

**Untersuchungen zur Eignung  
ausgewählter neuer Zierpflanzen aus Südafrika  
für den Export und die weiterführende Kultur  
unter mitteleuropäischen Bedingungen**

Dissertation

**zur Erlangung des akademischen Grades  
doctor rerum horticumarum  
(Dr. rer. hort.)**

**eingereicht an der  
Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät  
der Humboldt-Universität zu Berlin**

von Luise Ehrich  
geboren am 05.11.1980 in Berlin

Präsident der  
Humboldt-Universität zu Berlin  
Herr Prof. Dr. Dr. h.c. Christoph Marksches

Dekan der  
Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät  
Herr Prof. Dr. Dr. h.c. Otto Kaufmann

Gutachter:

1. Herr PD Dr. Heiner Grüneberg
2. Herr Prof. Dr. Dr. Christian Ulrichs
3. Herr Associate Professor Dr. Bo Jørgensen

Tag der mündlichen Prüfung: 13.12.2007

## Abstract Deutsch

Südafrikanische Iridaceae enthalten viele Gattungen mit hohem Potential als neue Zierpflanzen. Von Anfang 2005 bis 2007 fanden Untersuchungen an vier geophytischen Arten aus dem Kapländischen Florenreich statt. Den Gattungen *Freesia*, *Sparaxis* und *Tritonia* angehörend, wachsen diese auf der Südhemisphäre während des Winters heran und blühen im Frühjahr. Bei einer Anzucht im europäischen Herbst bzw. Winter könnten ihre niedrigen Temperaturansprüche für den zukünftigen Produzenten eine energie günstige alternative Kultur bedeuten. Folgende Untersuchungsziele standen im Mittelpunkt: Export während der Dormanz der Knollen, Lagerbedingungen nach dem Export, Pflanzsätze zu verschiedenen Jahreszeiten in Deutschland und allgemeine Ansprüche an die Wachstumsfaktoren. Die Ergebnisse wurden durch regelmäßige Bonitur der Entwicklung der Knollen bzw. Pflanzen gewonnen. Das Nachvollziehen der Infloreszenzanlage erfolgte durch mikroskopische Untersuchungen des Apikalmeristems während des Wachstums. Der Export der Knollen war unkompliziert und ihre Dormanz konnte durch eine Lagerung bei über 20 °C weiter aufrechterhalten werden. Für eine erfolgreiche Blüte nach der Pflanzung stellte die Temperatur den entscheidenden Faktor dar. Die Arten zeigten sich unterschiedlich empfindlich, doch war eine Kulturtemperatur von 13 °C nachts notwendig, wenn die Temperaturen tags über 17 °C lagen. Während der Sommermonate wurden auf Grund der hohen Temperaturen die Infloreszenzen erst gar nicht angelegt oder abortiert. Die vorherrschenden niedrigen Lichtintensitäten der Wintermonate führten ebenfalls zu einem Infloreszenzabort oder einer verspäteten Anthese. Durch spezielle Lagerbehandlungen der Knollen konnte bei der Anzucht eine Reduzierung der Pflanzhöhe und eine verbesserte Blühleistung erzielt werden. Zusammenfassend lässt sich ein großes Potential der untersuchten Arten für eine energie günstige Produktion und eine Erweiterung des Herbst-/Wintersortiments an Topfpflanzen in Europa feststellen.

*Freesia*

*Sparaxis*

*Tritonia*

Infloreszenzanlage

## Abstract Englisch

South African Iridaceae contain many genera with a high potential for new floricultural crops. From the beginning of 2005 until 2007, investigations on four geophytic species native to the Cape Floral Region were conducted. Belonging to the genera *Freesia*, *Sparaxis* and *Tritonia*, they are winter growing/spring flowering in the Southern Hemisphere. If forced as pot plants for the European autumn/winter months, their low temperature requirements during cultivation could represent substantial energy savings for the future grower. The investigations focused on the following aspects: export during the corm dormancy, storage conditions after export, forcing experiments in different seasons in Germany and general cultivation requirements. Results were obtained by regularly monitoring the corms and the plant development. Inflorescence initiation was determined by microscopic examination of the shoot apical meristem during the growing season. - The export of dormant corms was uncomplicated and their dormancy could be further maintained in subsequent storage in Berlin at temperatures above 20°C. Temperature was found to be the main criterion to successfully realise flowering after planting. The species varied in their sensitivity, but generally cultivation at 13°C at night was essential, with temperatures of 17°C and above possible during the day. During the Central European summer months, inflorescences in the terminal bud failed to completely develop or flower primordia were aborted due to the high temperatures present. Furthermore, the naturally low light intensities during the Central European winter months also led to inflorescence abortion or a delay in flowering of three species. A reduction in plant height and enhanced flowering could be achieved for some species by specific storage regimes. In conclusion, the investigated species displayed a great potential for an energy saving production system as well as for enriching the autumn/winter pot plant assortment in Europe.

*Freesia*

*Sparaxis*

*Tritonia*

flower initiation

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Problem und Zielstellung .....</b>	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>Kenntnisstandsanalyse .....</b>	<b>6</b>
3.1.	Geobotanische Herkunft .....	6
3.2.	Botanische Pflanzenbeschreibung und Historie .....	10
3.2.1.	<i>Freesia laxa</i> .....	10
3.2.2.	<i>Sparaxis</i> -Hybriden.....	14
3.2.3.	<i>Tritonia deusta</i> und <i>Tritonia securigera</i> .....	18
3.3.	Wachstumsrhythmus der untersuchten Arten/Hybriden .....	21
3.4.	Kulturansprüche an die Wachstumsfaktoren .....	28
3.4.1.	<i>Freesia laxa</i> .....	28
3.4.1.1.	Kultur von <i>Freesia laxa</i> .....	28
3.4.1.2.	Kultur von <i>Freesia</i> -Hybriden .....	30
3.4.2.	<i>Sparaxis</i> -Hybriden.....	41
3.4.2.1.	Kultur von <i>Sparaxis</i> -Hybriden .....	41
3.4.2.2.	Vermehrung .....	43
3.4.2.3.	Wachstumsfaktor Temperatur .....	44
3.4.2.4.	Wachstumsfaktor Licht .....	45
3.4.3.	<i>Tritonia deusta</i> und <i>Tritonia securigera</i> .....	46
3.4.4.	Bedeutung der untersuchten Arten/Hybriden in Deutschland bzw. Europa und in Südafrika .....	49
3.5.	Zierpflanzenbau in Südafrika .....	49
3.6.	Alte und neue geophytische Zierpflanzen aus Südafrika.....	50
3.6.1.	Kultur von <i>Lachenalia</i> -Hybriden .....	51
3.6.2.	Kultur von <i>Ornithogalum dubium</i> .....	51
3.6.3.	Kultur von <i>Gladiolus</i> .....	53



<b>4.</b>	<b>Material und Methode.....</b>	<b>55</b>
4.1.	Kooperationspartner „New Plant Nursery“ .....	55
4.1.1.	Auswahl und Kultur der untersuchten Pflanzenarten/Hybriden am Heimatstandort.....	55
4.1.2.	Export des Pflanzenmaterials .....	58
4.2.	Versuchsstandort in Berlin .....	59
4.2.1.	Versuche 2005.....	61
4.2.2.	Versuche 2006.....	63
4.2.2.1.	Frühjahrssatz.....	65
4.2.2.2.	Spätsommersatz .....	66
4.3.	Datenerfassung und statistische Auswertung.....	67
<b>5.</b>	<b>Ergebnisse, Auswertungen und Diskussion .....</b>	<b>72</b>
5.1.	Masseverluste während der Lagerung der Knollen für die Versuche 2005 und 2006 .....	73
5.1.1.	Ergebnisse und Auswertungen zu den Masseverlusten während der Lagerung der Versuche 2005 .....	73
5.1.2.	Ergebnisse und Auswertungen zu den Masseverlusten während der Lagerung der Versuche 2006 .....	73
5.1.3.	Diskussion der Masseverluste während der Lagerung .....	74
5.2.	Allgemeine Beobachtungen während der Versuche 2005 und 2006 .....	77
5.2.1.	Allgemeine Beobachtungen während der Versuche 2005 .....	77
5.2.2.	Allgemeine Beobachtungen während der Versuche 2006 .....	79
5.2.2.1.	Frühjahrssatz.....	79
5.2.2.2.	Spätsommersatz .....	81
5.3.	<i>Freesia laxa</i> .....	83
5.3.1.	Boniturergebnisse und statistische Auswertungen von <i>Freesia laxa</i> ..	83
5.3.1.1.	Anfangssatz.....	83
5.3.1.2.	Frühjahrssatz.....	84
5.3.1.3.	Spätsommersatz .....	90

5.3.2.	Diskussion der Ergebnisse zu <i>Freesia laxa</i> .....	96
5.3.2.1.	Merkmal Höhe .....	96
5.3.2.2.	Merkmal Triebanzahl .....	98
5.3.2.3.	Merkmal Blüte .....	99
5.3.3.	Zusammenfassung und Fazit zu <i>Freesia laxa</i> .....	103
5.4.	<i>Sparaxis</i> -Hybriden .....	106
5.4.1.	Boniturergebnisse und statistische Auswertungen zu den <i>Sparaxis</i> -Hybriden .....	106
5.4.1.1.	Anfangssatz .....	106
5.4.1.2.	Frühjahrssatz .....	106
5.4.1.3.	Spätsommersatz .....	109
5.4.2.	Diskussion der Ergebnisse zu den <i>Sparaxis</i> -Hybriden .....	114
5.4.2.1.	Merkmal Höhe .....	114
5.4.2.2.	Merkmal Triebanzahl .....	117
5.4.2.3.	Merkmal Blüte .....	118
5.4.3.	Zusammenfassung und Fazit zu den <i>Sparaxis</i> -Hybriden .....	120
5.5.	<i>Tritonia deusta</i> .....	122
5.5.1.	Boniturergebnisse und statistische Auswertungen zu <i>Tritonia deusta</i> .....	122
5.5.1.1.	Anfangssatz .....	122
5.5.1.2.	Frühjahrssatz .....	122
5.5.1.3.	Spätsommersatz .....	126
5.5.2.	Diskussion der Ergebnisse zu <i>Tritonia deusta</i> .....	132
5.5.2.1.	Merkmal Höhe .....	132
5.5.2.2.	Merkmal Triebanzahl .....	134
5.5.2.3.	Merkmal Blüte .....	135
5.5.3.	Zusammenfassung und Fazit zu <i>Tritonia deusta</i> .....	138
5.6.	<i>Tritonia securigera</i> .....	141
5.6.1.	Boniturergebnisse und statistische Auswertungen zu <i>Tritonia securigera</i> .....	141

---

5.6.1.1.	Anfangssatz.....	141
5.6.1.2.	Frühjahrssatz.....	141
5.6.1.3.	Spätsommersatz .....	144
5.6.2.	Diskussion der Ergebnisse zu <i>Tritonia securigera</i> .....	149
5.6.2.1.	Merkmal Höhe .....	149
5.6.2.2.	Merkmal Triebanzahl.....	151
5.6.2.3.	Merkmal Blüte .....	151
5.6.3.	Fazit und Zusammenfassung zu <i>Tritonia securigera</i> .....	153
5.7.	Stadien der Infloreszenzinitiation bei den Versuchen 2005 und 2006 .....	156
5.8.	Übertragbarkeit der Ergebnisse.....	158
5.8.1.	Vergleichende Betrachtung der untersuchten Arten/Hybriden .....	159
5.8.2.	Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Pflanzenarten aus dem gleichen Herkunftsgebiet .....	163
<b>6.</b>	<b>Empfehlungen für weitere Untersuchungen.....</b>	<b>165</b>
<b>7.</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>167</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>169</b>
	<b>Anhang .....</b>	<b>180</b>
	<b>Selbstständigkeitserklärung.....</b>	<b>233</b>
	<b>Danksagung .....</b>	<b>234</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Übersicht über das Kapländische Florenreich [nach VAN WYK und SMITH (2001), mit freudlicher Genehmigung von A.E. VAN WYK der Universität von Pretoria/Südafrika vom 29.01.07] .....	7
Abb. 2: Darstellung der Regengebiete Südafrikas [verändert nach SCHMIEDEL (2004), mit freundlicher Genehmigung von U. SCHMIEDEL und N. JÜRGENS der Universität Hamburg vom 10.01.07].....	8
Abb. 3: Samenkapsel von <i>Freesia laxa</i> .....	11
Abb. 4: <i>Freesia laxa</i> Knollen.....	12
Abb. 5: Blüte von <i>Freesia laxa</i> subsp. <i>laxa</i> .....	13
Abb. 6: <i>Freesia laxa</i> subsp. <i>azurea</i> [mit freundlicher Genehmigung von D. FENWICK, The African Garden, Plymouth/Großbritannien].....	14
Abb. 7: <i>Sparaxis tricolor</i> in der Nähe von Calvinia/Südafrika.....	17
Abb. 8: <i>Sparaxis</i> -Hybriden Knollen .....	17
Abb. 9: Farbvarianten der blühenden <i>Sparaxis</i> -Hybriden .....	18
Abb. 10: <i>Tritonia deusta</i> Knollen .....	20
Abb. 11: <i>Tritonia deusta</i> Blüte.....	20
Abb. 12: <i>Tritonia securigera</i> Knollen.....	21
Abb. 13: <i>Tritonia securigera</i> Blüte.....	21
Abb. 14: Wachstumszyklus der untersuchten Arten/Hybriden im Winterregengebiet Südafrikas .....	23
Abb. 15: Morphologie einer <i>Sparaxis</i> -Hybriden-Knolle .....	24
Abb. 16: Darstellung von Zugwurzeln bei <i>Freesia laxa</i> .....	26
Abb. 17: Achselständige Brutknollen bei <i>Sparaxis</i> -Hybriden.....	44

Abb. 18: Blühende <i>Tritonia securigera</i> bei der „New Plant Nursery“ .....	58
Abb. 19: Braune Blattspitzen bei <i>Freesia laxa</i> (I), <i>Sparaxis</i> -Hybriden (II), <i>Tritonia deusta</i> (III) und <i>Tritonia securigera</i> (IV) .....	77
Abb. 20: Verbräunende <i>Sparaxis</i> -Hybriden .....	79
Abb. 21: Mögliche Trockenfäulesymptome bei <i>Freesia laxa</i> .....	80
Abb. 22: Mögliche Virussymptome bei <i>Freesia laxa</i> .....	80
Abb. 23: Verpuppte Knolle von <i>Tritonia deusta</i> .....	81
Abb. 24: Möglicher Dimethoat-Schaden an <i>Freesia laxa</i> .....	82
Abb. 25: Entwicklung der mittleren Pflanzenhöhe der Varianten von <i>Freesia laxa</i> während des Frühjahrssatzes .....	84
Abb. 26: Entwicklung der mittleren Triebanzahl der Varianten von <i>Freesia laxa</i> während des Frühjahrssatzes .....	86
Abb. 27: Entwicklung des Anteils generativer Pflanzen der Varianten von <i>Freesia laxa</i> während des Frühjahrssatzes .....	88
Abb. 28: <i>Freesia laxa</i> Pflanzen mit nur vier bzw. fünf Blütenblättern .....	89
Abb. 29: Entwicklung der mittleren Pflanzenhöhe der Varianten von <i>Freesia laxa</i> während des Spätsommersatzes .....	90
Abb. 30: <i>Freesia laxa</i> zum Versuchsende 2007 .....	91
Abb. 31: Entwicklung der mittleren Triebanzahl der Varianten von <i>Freesia laxa</i> während des Spätsommersatzes .....	92
Abb. 32: Entwicklung des Anteils generativer Pflanzen der Varianten von <i>Freesia laxa</i> während des Spätsommersatzes .....	94
Abb. 33: Entwicklung der mittleren Pflanzenhöhe der Varianten der <i>Sparaxis</i> -Hybriden während des Frühjahrssatzes .....	107

Abb. 34: Entwicklung der mittleren Triebanzahl der Varianten der <i>Sparaxis</i> -Hybriden während des Frühjahrssatzes .....	108
Abb. 35: Entwicklung der mittleren Pflanzenhöhe der Varianten der <i>Sparaxis</i> -Hybriden während des Spätsommersatzes .....	109
Abb. 36: <i>Sparaxis</i> -Hybriden zum Versuchsende 2007 .....	111
Abb. 37: Entwicklung der mittleren Triebanzahl der Varianten der <i>Sparaxis</i> -Hybriden während des Spätsommersatzes .....	112
Abb. 38: Entwicklung des Anteils generativer Pflanzen der Varianten der <i>Sparaxis</i> -Hybriden während des Spätsommersatzes .....	113
Abb. 39: Vertrocknen der Infloreszenz bei <i>Sparaxis</i> -Hybriden .....	114
Abb. 40: Entwicklung der mittleren Pflanzenhöhe der Varianten von <i>Tritonia deusta</i> während des Frühjahrssatzes .....	123
Abb. 41: Entwicklung der mittleren Triebanzahl der Varianten von <i>Tritonia deusta</i> während des Frühjahrssatzes .....	124
Abb. 42: Entwicklung des Anteils generativer Pflanzen der Varianten von <i>Tritonia deusta</i> während des Frühjahrssatzes .....	125
Abb. 43: Entwicklung der mittleren Pflanzenhöhe der Varianten von <i>Tritonia deusta</i> während des Spätsommersatzes .....	126
Abb. 44: <i>Tritonia deusta</i> zum Versuchsende 2007 .....	128
Abb. 45: Entwicklung der mittleren Triebanzahl der Varianten von <i>Tritonia deusta</i> während des Spätsommersatzes .....	128
Abb. 46: Entwicklung des Anteils generativer Pflanzen der Varianten von <i>Tritonia deusta</i> während des Spätsommersatzes .....	130
Abb. 47: Entwicklung der mittleren Pflanzenhöhe der Varianten von <i>Tritonia securigera</i> während des Frühjahrssatzes .....	142

Abb. 48: Entwicklung der mittleren Triebanzahl der Varianten von <i>Tritonia securigera</i> während des Frühjahrssatzes .....	143
Abb. 49: Entwicklung der mittleren Pflanzenhöhe der Varianten von <i>Tritonia securigera</i> während des Spätsommersatzes.....	145
Abb. 50: <i>Tritonia securigera</i> zum Versuchsende 2007 .....	146
Abb. 51: Entwicklung der mittleren Triebanzahl der Varianten von <i>Tritonia securigera</i> während des Spätsommersatzes.....	147
Abb. 52: Entwicklung des Anteils generativer Pflanzen der Varianten von <i>Tritonia securigera</i> während des Spätsommersatzes.....	148
Abb. 53: Stadium I bei <i>Freesia laxa</i> .....	156
Abb. 54: Stadium II bei <i>Freesia laxa</i> .....	156
Abb. 55: Stadium Pr/Br bei <i>Freesia laxa</i> – Beginn .....	157
Abb. 56: Stadium Pr/Br bei <i>Freesia laxa</i> – fortgeschritten.....	157
Abb. 57: Stadium Bo bei <i>Freesia laxa</i> .....	157
Abb. 58: Stadium A bzw. P <sub>1</sub> und P <sub>2</sub> bei <i>Freesia laxa</i> .....	158
Abb. 59: Stadium G bei <i>Freesia laxa</i> .....	158

**Tabellenverzeichnis:**

Tab. 1: Klimadaten ausgewählter Orte des Winterregengebiets Südafrikas .....	22
Tab. 2: Übersicht über die Versuchsdurchführung des Anfangssatzes.....	62
Tab. 3: Übersicht über die Versuchsdurchführung des Frühjahrssatzes.....	65
Tab. 4: Übersicht über die Versuchsdurchführung des Spätsommersatzes .....	66
Tab. 5: Quantifizierte Masseverluste der jeweils 125 Knollen jeder untersuchten Art bzw. Hybride während der Lagerung (Versuche 2005) .....	73
Tab. 6: Quantifizierte Masseverluste der jeweils 350 (Lagerung bei 22 °C) bzw. 50 (Lagerung bei 2 °C) Knollen jeder untersuchten Art bzw. Hybride während der Lagerung (Versuche 2006) .....	74
Tab. 7: Mediane, arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boni- turdaten der Höhe von <i>Freesia laxa</i> der Kalenderwoche 42 (Frühjahrssatz) 85	
Tab. 8: Arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Triebanzahl von <i>Freesia laxa</i> der Kalenderwoche 42 (Frühjahrssatz)....	86
Tab. 9: Mediane, arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boni- turdaten der Triebanzahl von <i>Freesia laxa</i> der Kalenderwoche 33 (Frühjahrs- satz).....	87
Tab. 10: Mediane, arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Blütenanlagenanzahl pro Blütentrieb von <i>Freesia laxa</i> der Kalenderwoche 42 (Frühjahrssatz).....	89
Tab. 11: Arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Höhe von <i>Freesia laxa</i> der Kalenderwoche 7 (Spätsommersatz) .....	91
Tab. 12: Arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Triebanzahl von <i>Freesia laxa</i> der Kalenderwoche 3 (Spätsommersatz) .	93



Tab. 13: Arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der mittleren Anzahl von Blütentrieben pro Pflanzen von <i>Freesia laxa</i> in Kalenderwoche 7 (Spätsommersatz) .....	94
Tab. 14: Mediane, arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Blütenanlagenanzahl pro Blütentrieb von <i>Freesia laxa</i> der Kalenderwoche 7 (Spätsommersatz) .....	95
Tab. 15: Arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Höhe der <i>Sparaxis</i> -Hybriden der Kalenderwoche 30 (Frühjahrssatz) ..	107
Tab. 16: Mediane, arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Höhe der <i>Sparaxis</i> -Hybriden der Kalenderwoche 7 (Spätsommersatz).....	110
Tab. 17: Mediane, arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Triebanzahl der <i>Sparaxis</i> -Hybriden der Kalenderwoche 7 (Spätsommersatz) .....	112
Tab. 18: Arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Höhe von <i>Tritonia deusta</i> der Kalenderwoche 30 (Frühjahrssatz).....	123
Tab. 19: Mediane, arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Höhe von <i>Tritonia deusta</i> der Kalenderwoche 7 (Spätsommersatz).....	127
Tab. 20: Arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Triebanzahl von <i>Tritonia deusta</i> der Kalenderwoche 7 (Spätsommersatz) .....	129
Tab. 21: Arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Blütentriebanzahl pro Pflanze von <i>Tritonia deusta</i> der Kalenderwoche 7 (Spätsommersatz) .....	131
Tab. 22: Mediane, arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Blütenanlagenanzahl pro Blütentrieb von <i>Tritonia deusta</i> der Kalenderwoche 7 (Spätsommersatz) .....	131

Tab. 23: Arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Höhe von <i>Tritonia securigera</i> der Kalenderwoche 39 (Frühjahrssatz).....	142
Tab. 24: Mediane, arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Triebanzahl von <i>Tritonia securigera</i> der Kalenderwoche 39 (Frühjahrssatz).....	144
Tab. 25: Arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Höhe von <i>Tritonia securigera</i> der Kalenderwoche 7 (Spätsommersatz).....	145
Tab. 26: Arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Triebanzahl von <i>Tritonia securigera</i> der Kalenderwoche 3 (Spätsommersatz).....	147

## Abkürzungsverzeichnis

ABS - Abscisinsäure

abs(Res) - absolute Residuen

CCC - Chlormequat

% gen - Anteil generativer Pflanzen im Bestand einer Variante

IBC - "International Flower Bulb Centre"

IES -  $\beta$ -Indolyllessigsäure

KW - Kalenderwoche

m - arithmetisches Mittel

m Bl ges - durchschnittliche Blütenanlangenzahl pro Blütentrieb

m BT - durchschnittliche Anzahl an Blütentrieben

m BTL - durchschnittliche Blütentrieblänge

Res - Residuen

s - Standardabweichung

s % - Variationskoeffizient

Var. - Variante

## 1. Einleitung

Der wachsende Wohlstand und die zunehmende Urbanisierung der deutschen Gesellschaft, wie auch der anderer europäischer Länder, in den letzten Jahrzehnten resultierte in einer verstärkten Nachfrage nach Zierpflanzen (NOORDEGRAAF 1998 und VON HENTIG 1998). Das seit den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts gestiegene Interesse der Konsumenten an Neuheiten mit besonderen Farben, Formen und Verwendungseignungen hat den Gartenbau vor die Aufgabe gestellt, beständig neue Zierpflanzen zu entwickeln (VON HENTIG 1995 und 1998). Zur Aufrechterhaltung und Stimulation der Zierpflanzen-nachfrage ist deshalb eine kontinuierliche Sortimentserweiterung erforderlich (NOORDEGRAAF 2000).

Als neue Zierpflanzen können einmal bereits in Kultur befindliche Pflanzenarten bezeichnet werden, von denen neue Selektionen oder Sorten entwickelt oder die einer neuen Angebotsform unterworfen werden, z. B. das Angebot einer Schnittblume als Topfpflanze (ARMITAGE 1987). Für sie sind meist bereits detaillierte Kulturhinweise verfügbar. Darüber hinaus aber werden als neue Zierpflanzen auch solche Pflanzenarten bezeichnet, über die es bisher sehr wenige oder nur begrenzte Kulturinformationen gibt. Sie wurden bisher wenig selektiert, nur selten sind bei ihnen Sorten benannt worden (ARMITAGE 1987), d. h. sie stellen die „echten“ Neuheiten dar.

Die Einführung solcher in der gärtnerischen Kultur weitgehend unbekannter Pflanzenarten verläuft nach WILKINS und ERWIN (1998) in fünf Abschnitten. Im ersten Abschnitt wird das Potential einer Art erkannt, gefolgt von dem Sammeln und dem Beschreiben des Pflanzenmaterials sowie der Selektion geeigneter Genotypen. Im zweiten Abschnitt werden Untersuchungen zur Physiologie dieser Art durchgeführt, wobei der Einfluss der Wachstumsfaktoren auf die vegetative Entwicklung bzw. die Mechanismen der Infloreszenzinduktion im Mittelpunkt des Interesses stehen. Während des dritten Abschnitts kommt es zur konkreten Feststellung von Kulturansprüchen (Licht, Temperatur, Ernährung, Bewässerung, etc.), so dass ein Produktionsschema erstellt und der ausgewählten Art eine Verwendungseignung (Topfpflanze, Schnittblume, etc.) zugewiesen werden kann. Weitere Untersuchungsaspekte in diesem Abschnitt können z. B. die Vermehrung, die Höhenregulierung, die Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen oder die Haltbarkeit sein. Das Ziel des vierten Abschnitts ist die Formulierung der günstig-

sten Vermehrungsart für die ausgewählte Art (generativ, vegetativ oder in vitro), wie auch Untersuchungen zur ihrer Transporteignung bzw. Nacherntebehandlung. Im letzten Abschnitt kommt es zur tatsächlichen Markteinführung der „Neuheit“. Hierfür werden Studien durchgeführt, um das Marketing des Produktes und eventuelle Sortenanmeldungen erfolgreich zu gestalten.

Eine Pflanzengruppe, die in einigen der weltweiten Floren besonders artenreich auftritt und deren zierpflanzengärtnerisches Potential für Europa noch nicht ausreichend geprüft wurde, sind die nicht winterharten Geophyten. Die Vegetation Südafrikas ist besonders reich an entsprechenden Knollen- und Zwiebelpflanzen, denn sie weist allein rund 2700 Arten aus 15 geophytischen Pflanzenfamilien auf (REES 1992). Vier ausgewählte knollenbildende Pflanzenarten bzw. Hybriden aus Südafrika (*Freesia laxa*, *Sparaxis*-Hybriden, *Tritonia deusta* und *Tritonia securigera*) sollen in der vorliegenden Arbeit auf ihre mögliche Eignung als neue Zierpflanzen für den Export aus Südafrika und ihre anschließende Kultivierung in Deutschland geprüft werden.

## 2. Problem und Zielstellung

Das große Reservoir potentieller neuer geophytischer Zierpflanzen aus Südafrika wird von REES (1992) und auch anderen Autoren beschrieben. Es zeichnet sich durch die außergewöhnlich hohe Vielfalt an Zwiebel- und Knollenpflanzen aus. Als potentielle neue Zierpflanzen werden die Mitglieder der südafrikanischen Iridaceae von NIEDERWIESER et al. (2002) durch das vielfältiges Farbspektrum ihrer Blütenfarben hervorgehoben. Bereits von VAN VUUREN et al. (1993) sowie von FERREIRA und HANCKE (1985) werden die Gattungen *Freesia*, *Sparaxis* und *Tritonia* neben anderen Gattungen der Iridaceae sowie einigen Vertretern der Amaryllidaceae und Hyacinthaceae als mögliche neue Zierpflanzen erkannt.

Der bisherige Ansatz zur Bewertung neuer Zierpflanzen ist bei Arten, die Zwiebeln, Rhizome oder Knollen aufweisen, nur begrenzt anwendbar, da diese eine besonders ausgeprägte Periodizität in ihrem jährlichen Wachstumsverlauf aufweisen, auf den während einer Kultivierung besonders Rücksicht genommen werden muss. Dabei können geophytische Pflanzenarten andere physiologische Reaktionen zeigen, als es auf Grund ihres Herkunftsgebietes zu vermuten ist (DOLE 2003). Auch kann es bei Geophyten unter Wachstumsbedingungen, die abweichend von denen ihres Naturstandortes sind, zu

starken Veränderungen des Wachstums- und Blühverhaltens kommen (HALEVY 1990). Für die Gruppe neuer geophytischer Zierpflanzen, über die wenige Kulturinformationen vorliegen und zu der die untersuchten Arten/Hybriden gehören, müssen demnach zunächst grundlegende Untersuchungen erfolgen. Darauf aufbauend kann ein Kulturprofil entwickelt werden, das Aussagen über die Anforderungen an die Wachstumsfaktoren, Wuchsform, Blühdauer und Blütenanzahl, Haltbarkeit, Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen sowie die Vermarktungseignung erlaubt (REES 1992).

Die Physiologie der Geophyten ist in ihrer Gesamtheit so stark von der jährlichen Neubildung bzw. Weiterentwicklung der Speicherorgane beeinflusst, dass das Wissen um ihre Initiation, ihr Wachstum und in deren Verlauf stattfindenden Blüte für eine Untersuchung mit dem Ziel der Regulierung einer geophytischen Pflanzenart während der gärtnerischen Kultivierung von entscheidender Bedeutung ist und einen holistischen Untersuchungsansatz erforderlich macht (DE HERTOOGH und LE NARD 1993). Das Verstehen dieser endogenen Kontrollmechanismen, ihr Bezug zu den gegebenen Umweltbedingungen und den ggf. zu steuernden Wachstumsfaktoren macht erst eine Regulierung ihrer Kultur möglich. Nur mit diesem Wissen lassen sich Methoden zur Verfrühung bzw. Verzögerung des Austriebs- und Blütezeitpunkts entwickeln, die die jeweiligen Arten/Hybriden für einen bestimmten Angebotszeitraum terminisierbar machen.

Ein weiteres Problem bei der Untersuchung der gewählten Arten/Hybriden, wie auch allgemein bei „echten“ neuen Zierpflanzen, liegt darin, dass der Kenntnisstand zu ihrer Herkunft, Züchtung und Kultivierung unvollständig, ungenau und teilweise gegensätzlich ist. So ist das Klima in den verschiedenen Regionen des Kapländischen Florenreichs so heterogen, dass wenige Angaben für eine zusammenfassende Darstellung zu finden sind. Darüber hinaus hat sich die bisherige geringe Züchtungsarbeit an den untersuchten Arten/Hybriden auf die Verbesserung morphologischer Merkmale konzentriert, und nicht auf verbesserte Kultureigenschaften, so dass darüber auch kaum Angaben in der Literatur zu finden sind. Ausführungen zur Kultur der untersuchten Arten/Hybriden werden in der Regel nur zu der jeweiligen Gattung gemacht. Diese Angaben sind zudem häufig unvollständig und uneinheitlich. Die meisten Kulturhinweise stammen aus Europa und Nordamerika, Produktionsempfehlungen aus Südafrika fehlen gänzlich. Die bisher geringe wirtschaftliche Bedeutung der ausgewählten Arten/Hybriden bedingt, dass Produktionszahlen in Europa und auch in Südafrika fehlen.

Ziel der Erkenntnisstandsanalyse dieser Arbeit ist es deshalb, den uneinheitlichen Stand der Literatur zu den ausgewählten Arten/Hybriden zu ordnen und zu bewerten, sowie allgemeine Ausführungen zu der Wachstumsrhythmik der untersuchten Arten/Hybriden zu machen. Darüber hinaus sollen Erkenntnisse zu den Knollen- und Zwiebelpflanzenkulturen *Freesia x hybrida*, *Gladiolus*, *Lachenalia* und *Ornithogalum dubium* aus Südafrika dargestellt werden, die zu den wenigen südafrikanischen Geophyten gehören, die bereits in unser Sortiment eingeführt wurden. Ihre bereits intensiv untersuchten Kulturanforderungen können auf Grund des taxonomischen Verwandtheitsgrades und des gleichen Herkunftsgebietes zu einem bestimmten Grad auf die ausgewählten Arten/Hybriden übertragen werden.

Angelehnt an in der Kenntnisstandsanalyse dargestellte Versuchsfragen sollen an den ausgewählten Arten/Hybriden grundlegende Untersuchungen zu ihrer physiologischen Reaktion auf die Manipulation von Wachstumsfaktoren stattfinden. So soll die Feststellung grundsätzlicher Ansprüche der Pflanzenarten an die Export- und Lagerbedingungen bzw. an die Wachstumsfaktoren, physiologische Hintergründe ihrer vegetativen und generativen Entwicklung sowie Möglichkeiten der Regulierung ihrer Kultur und der Terminisierung ihres Blühzeitpunktes für die Verwendung als Topfpflanze im Mittelpunkt der Versuchsreihen stehen (vgl. WILKINS und ERWIN 1998).

Hierbei ist von Bedeutung, dass es sich bei den für diese Arbeit ausgewählten Arten/Hybriden um im südafrikanischen Frühjahr, d. h. August bis November blühende Geophyten handelt. Dadurch eröffnet sich die besondere Aussicht, sie im Anschluss an einen Transport als Knollen nach Deutschland, durch geeignete Lagerungsbedingungen und die Ausnutzung der Umkehr der Jahreszeiten, im mitteleuropäischen Herbst bzw. Winter zur Blüte bringen zu können. Dafür werden die durchgeführten Versuche hinsichtlich einer möglichen Terminisierung ihrer Blüte als Topfpflanzen für die Vorweihnachtszeit beurteilt. Dies ist aus gartenbaulicher Sicht aus zwei Gründen interessant: Zum einen ist die Vorweihnachtszeit in Deutschland durch ein Sortiment blühender Topfpflanzen mit geringer Vielfalt gekennzeichnet, so dass die Prüfung der ausgewählten Arten/Hybriden für ein besonders ergänzungsbedürftiges Sortiment stattfindet. Zum anderen versprechen die ausgewählten Arten/Hybriden auf Grund ihres Herkunftsgebietes und ihrer Blütezeit geringe Temperaturansprüche in der Kultur, die sie für eine energie günstige Produktion während der die Herbst- und Wintermonate in Zeiten ständig steigender

Energiekosten prädestinieren. Aber der Bezug von Knollen aus Südafrika ist nicht nur hinsichtlich von nicht an mitteleuropäische Jahreszeiten angepasstem Pflanzenmaterial bedeutend. Die Produktionsbedingungen in Südafrika (Temperatur, Licht, Arbeitskräfte) lassen eine wesentlich schnellere, kostengünstigere und qualitativere Anzucht der Pflanzen zu, als es in Europa möglich wäre (NOORDEGRAAF 1998). Eine Produktion in Südafrika senkt die dort hohe Arbeitslosigkeit (NIEDERWIESER et al. 2002) und lässt die Einwohner am Gewinn eines „einheimischen“ Produktes teilhaben (COETZEE 2002).

In den Versuchreihen sollen verschiedene Temperaturbehandlungen der Knollen im Lager das Ziel haben, die Auswirkungen auf ihren Austrieb sowie auf ihre weitere Entwicklung zu untersuchen, und festzustellen, ob hierdurch eine Verkürzung der Kulturdauer möglich ist. Verschiedene Temperaturregime während der Kultur sollen die Abhängigkeit des Höhenwachstums, der Triebanzahl und Infloreszenzinduktion bzw. das Blühreichtum von der Temperatur klären sowie die Energiegünstigkeit der Kultur untersuchen. Entscheidend für eine Terminisierung im Spätherbst ist neben dem Wachstumsfaktor Temperatur in diesem Zusammenhang aber auch die für die Kultur der ausgewählten Arten/Hybriden benötigte Mindestlichtstärke, bei der während einer Kultur in den Herbstmonate noch entsprechender Pflanzenqualitäten erzielt werden können.

Zum Verstehen und Erkennen der physiologischen Vorgänge sollen die Versuche von regelmäßigen mikroskopischen Untersuchungen des Apikalmeristems der Pflanzen begleitet werden. Auf diese Weise kann gesichert festgestellt werden, ob und wann die Infloreszenzinduktion stattfindet, so dass die Wirkung bestimmter Behandlungen der Knollen bzw. Pflanzen mit physiologischem Hintergrund interpretierbar würde. Die Stadien der Infloreszenzinitiation und -entwicklung sind für die untersuchten Arten/Hybriden erstmalig nach der hierfür verwendeten internationalen Skala zu beschreiben (vgl. DE HERTOIGH und LE NARD 1993 und REES 1992).

Die neu gewonnen Erkenntnisse der einzelnen untersuchten Arten/Hybriden sollen anschließend miteinander verglichen und Parallelen zwischen ihnen hervorgehoben werden. In einem abschließenden Schritt sind diese Aussagen sowohl auf ihre Gemeinsamkeiten mit den bereits bekannten Arten zu überprüfen, sowie auf ihre Übertragbarkeit auf weitere potentielle neue Zierpflanzen -in beiden Fällen aus dem gleichen Herkunftsgebiet- zu beurteilen. So können verallgemeinernde Aussagen zu Kulturanprüchen geophytischer Zierpflanzen aus dem Kapländischen Florenreich getroffen werden.



### 3. Kenntnisstandsanalyse

#### 3.1. Geobotanische Herkunft

Die vier untersuchten Knollenpflanzentypen bzw. die Eltern der untersuchten Hybriden stammen alle aus der Kapprovinz Südafrikas. Eine präzisere geobotanische Bezeichnung für das Herkunftsgebiet ist das Kapländische Florenreich. Bereits Anfang des 16. Jahrhunderts beeindruckte die einzigartige Pflanzenvielfalt der Südspitze Afrikas die ersten botanischen Entdecker (VAN WYK und SMITH 2001). So definierte auch ENGLER im Jahr 1882 bereits das „Gebiet des Caplandes“, dessen Grenzen denen der heutigen Flora Capensis ähneln. Trotz der vergleichbar kleinen Größe der Region (ca. 90.000 km<sup>2</sup> so VAN WYK und SMITH 2001) mit nur 0,04 % der Landoberfläche der Erde (MANNING et al. 2002) wird sie heute als eines der sechs Florenreiche der Welt anerkannt.

Das Kapländische Florenreich ist nicht nur hinsichtlich seiner Pflanzenvielfalt eine herausragende Region Afrikas, es ist auch weltweit einer der 25 geographischen „Hotspots“ mit herausragender Pflanzen- und Tiervielfalt (VAN WYK und SMITH 2001). Außerdem weist es die höchste außertropische Konzentration höherer Pflanzen auf, nämlich rund 12.000 taxonomisch gesicherte Blütenpflanzenarten (POTT 2005). Obwohl das Kapländische Florenreich nur 0,5 % der Landfläche Afrikas einnimmt, beherbergt es doch knapp 20 % der auf diesem Kontinent vorkommenden Arten (GOLDBLATT und MANNING 2000a). Darüber hinaus tritt die Region auch durch ihre hohe Zahl endemischer Pflanzenarten hervor, denn 20 % der fast 1000 vorkommenden Gattungen blühender Pflanzen sind dort endemisch oder fast-endemisch. Pflanzenfamilien, die schwerpunktmäßig zu dieser außerordentlichen Pflanzenvielfalt beitragen, sind: Asteraceae, Ericaceae, Fabaceae, Iridaceae, Mesembryanthemaceae, Orchidaceae, Proteaceae, Rutaceae, Restionaceae und Scrophulariaceae (VAN WYK und SMITH 2001). Dieser hohe Grad an Pflanzenendemismus ist sonst typisch für isolierte ozeanische Inseln und außergewöhnlich für eine kontinentale Flora (MANNING et al. 2002). In diesem Sinne betrachten GOLDBLATT und MANNING (2002) die Flora Capensis im Wesentlichen wie eine Insel, denn -obwohl nicht von einem Ozean eingeschlossen- wird sie doch von einer klimatisch trockenen Zone mit sehr heterogenen Böden und sehr verschiedenen Regenzeiten begrenzt, die eine direkte Pflanzenmigration bzw. ein Florenaustausch verhindert.

Eine weitere Besonderheit der Flora dieser hauptsächlich semi-ariden Region ist der hohe Anteil von Geophyten an der Gesamtzahl ihrer Pflanzenarten, nämlich rund 16 % (VAN WYK und SMITH 2001). Dies stellt die höchste weltweit bekannte Konzentration an Knollen- und Zwiebelpflanzen einer Region dar (MANNING et al. 2002). Zur Vielfalt der Geophyten des Kapländischen Florenreichs tragen vor allem Gattungen aus den Iridaceae, Hyacinthaceae, Colchicaceae, Hypoxidaceae, Amaryllidaceae und Ruscaceae bei.

Wie in nachstehender Karte (Abb. 1) von VAN WYK und SMITH (2001) bzw. in vergrößerter Form in Abb. A 1 im Anhang (S. 185) eingegrenzt, erstreckt sich die Flora Capensis von den zwischen Vredendal und Calvinia liegenden Bokkeveld Mountains die Westküste Südafrikas entlang bis nach Kapstadt, und geht dann L-förmig bis in die Umgebung von Port Elizabeth weiter (die genauen Begrenzungen variieren je nach Autor).



Abb. 1: Übersicht über das Kapländische Florenreich (hell hervorgehoben) [nach VAN WYK und SMITH (2001)]

Die Landschaft des Kapländischen Florenreiches wird geformt von den teilweise parallelen Ketten der im Schnitt 1000 - 1500 m hohen Cape Fold Belt Mountains (gelb hervorgehoben in Abb. 1) und den sich dazwischen erstreckenden wellenförmigen Tälern. Der westliche Teil der Region ist Winterregengebiet. Im östlichen Teil ist der Niederschlag dagegen gleichmäßiger über das Jahr verteilt (vgl. Daten zur George in Abschnitt 4.1.), da diese Gebiete in der Übergangszone zwischen den Winter- und Sommerregengebieten liegen (siehe Abb. 2). Die jährlichen Niederschläge im Kapländischen Florenreich liegen zwischen 300 und 2000 mm, die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 15 - 16 °C an der Küste und 17 - 18 °C im Landesinnern (VAN WYK und SMITH 2001).



Abb. 2: Darstellung der Regengebiete Südafrikas [verändert nach SCHMIEDEL (2004)]

Innerhalb des Kapländischen Florenreiches werden zwei Hauptvegetationstypen unterschieden: Fynbos und Renosterveld. Beide sind durch ihren großen Anteil an Hartlaubgewächsen gekennzeichnet. Kleinere Areale werden von den Vegetationstypen Sukkulenten Karoo (Renosterveld-Gegenden mit geringem Niederschlag), Subtropisches Dikicht (an Küsten) und Afromontaner Wald (Gebirgs- bzw. Buschwald im Süden) geformt (MANNING et al. 2002). Sowohl Fynbos als auch Renosterveld sind von regelmäßigen Buschfeuern geprägt, die im Fynbos alle zwei bis 15 und im Renosterveld alle vier bis 60 Jahre auftreten (VAN WYK und SMITH 2001). Die Pflanzen haben sich daran adaptiert, ihre Evolution vollzog sich unter dem Druck natürlicher Brände (POTT 2005).

Fynbos ist der dominierende Vegetationstyp des Kapländischen Florenreiches und wird durch die oben beschriebenen sauren und nährstoffarmen Böden geprägt. Obwohl er nur knapp die Hälfte der Fläche der Region ausmacht, beherbergt er doch rund 80 % der im Kapländischen Florenreich vorkommenden Arten und die meisten der endemischen Gattungen (MANNING et al. 2002). Charakterisiert wird er durch das Überwiegen von Pflanzenarten der Restionaceae, Ericaceae und Proteaceae sowie dem geringen Vorkommen an Gräsern und Einjährigen. Unter den Geophyten sind vor allem Arten der Liliaceae, Iridaceae und Orchidaceae vertreten.

Der Vegetationstyp Renosterveld weist sehr wenige Arten der Restionaceae, Ericaceae und Proteaceae auf. Er wird vor allem durch das häufige Vorkommen des „renosterbos“ (*Elytropappus rhinocerotis*, Asteraceae) geprägt, dem „Rhinoceros Bush“ (DUNCAN 2003). Auch andere Gattungen der Asteraceae sind häufig. Ähnlich vielfältig wie im

Fynbos sind im Renosterveld auch die Geophyten. Die Böden sind überwiegend tonreich und nährstoffreicher. Die jährlichen Niederschlagsmengen liegen bei 250 bis 600 mm. Bei höheren Niederschlagsmengen entsteht Fynbos und bei geringeren das Sukkulente Karoo. Renosterveld kann demnach als Übergangszone zwischen diesen beiden Vegetationstypen angesehen werden.

Schutzmaßnahmen zur Erhaltung dieses einzigartigen Florenreiches decken die Gebiete der verschiedenen Vegetationstypen unterschiedlich ab. So sind 90 % der Bergfynbosgebiete entweder Naturschutz- bzw. Wassereinzugsgebiete oder schlicht unerreichbar (VAN WYK und SMITH 2001). Dagegen unterliegen nur 3 % des Tieflandfynbos und des Renostervelds einem Schutz, der Großteil ihrer Fläche wurde für die Landwirtschaft gerodet. Die dort vorkommenden Arten der Gattungen *Moraea*, *Ixia*, *Gladiolus*, *Geissorhiza*, *Romulea*, *Sparaxis* und *Watsonia* der Iridaceae bilden so DUNCAN (2003) die größte Gruppe kritisch bedrohter Geophyten. Auch im weltweiten Vergleich weist das Kapländische Florenreich die größte Anzahl bedrohter geophytischer Pflanzenarten auf (DUNCAN 2002). Dabei ist die Bodenerosion nicht die einzige Folge der Habitatzerstörung. Auch der Verlust der Bestäuberinsekten resultiert in einer geringeren Menge produzierter Samen. Die dadurch reduzierten Gen-Pools haben schon zum beinahe Kollabieren der Populationen einiger Geophytenarten geführt. Neben der Landwirtschaft bedrohen die rapide Ausbreitung nicht einheimischer invasiver Pflanzenarten (z. B. Arten von *Acacia* und *Hakea* aus Australien), die urbane Expansion, Bergbau- und Steinbruchvorhaben, sowie illegales Sammeln von Wildpflanzen die Pflanzenvielfalt des Kaplandes.

Interessanterweise kommt es ähnlich der invasiven Ausbreitung einiger australischer Pflanzenarten in Südafrika auch umgekehrt zu einer Ausbreitung in Südafrika heimischer Arten in Australien. PATE und DIXON (1982) führen dies auf die klimatischen Ähnlichkeiten zwischen Südwestaustralien und der Kapregion zurück. 37 in Südafrika einheimische Arten der Iridaceae werden von den Autoren als invasiv in der australischen Flora angesehen, darunter Arten der Gattungen *Freesia*, *Sparaxis* und *Tritonia*. Hauptsächlich wurden diese als Zierpflanzen über Europa eingeführt und haben sich dann „verselbständigt“. Eine ähnliche Ausbreitung in Europa hat bisher nicht stattgefunden, was auf die zu großen klimatischen Unterschiede, insbesondere die frostreicheren Winter, zurückzuführen ist.

### 3.2. Botanische Pflanzenbeschreibung und Historie

Die ausgewählten geophytischen Pflanzenarten bzw. die Eltern der verwendeten Hybriden gehören alle zu den Iridaceae und zu ihrer Unterfamilie Ixioideae. Die Iridaceae werden den Asparagales zugeordnet, obwohl sie in dieser Ordnung -kladistisch gesehen- eine isolierte Position einnehmen und wahrscheinlich taxonomisch eine relativ alte Divergenz von der restlichen Ordnung darstellen (MEEROW 2002). Von den 65 Gattungen dieser monocotylen Familie kommen 27 im Kapländischen Florenreich vor und stellen rund 700 Arten. Alle weisen als Überdauerungsorgane Knollen, Rhizome oder einen holzartigen Caudex (Arten mit anormalem sekundärem Dickenwachstum) auf. Im Gegensatz zu den südamerikanischen und eurasischen Gattungen dieser Familie bilden sie nie Zwiebeln aus (MANNING et al. 2002). 540 Arten (knapp 80 %) aus sechs Gattungen der Iridaceae sind in der Flora Capensis endemisch (GOLDBLATT und MANNING 2002). Diesen hohen Grad an Endemismus führen die Autoren auf die bei den Iridaceae nicht weit entwickelten Mechanismen der Samenverbreitung über lange Strecken zurück.

#### 3.2.1. *Freesia laxa*

Die Gattung *Freesia* wurde erstmal 1827 von dem Deutschen C. F. ECKLON (1795 bis 1868) beschrieben. Von Beruf Apotheker und Pflanzensammler, beschrieb er nach seiner Studienreise nach Südafrika erstmals *Freesia miniato-lateritia*. Dieser Name wurde aber wegen unvollständiger Angaben in der Pflanzenbeschreibung nicht anerkannt. Der Hamburger Botaniker F. W. KLATT (1825 bis 1897) beschrieb dann 1863 in korrekter Form die heute bekannte Gattung. Dabei behielt er den von ECKLON gewählten Gattungsnamen bei, den dieser, angelehnt an den Namen seines Freundes und Studiengenossen F. H. TH. FREES, Arzt in Kiel, gewählt hatte (RUPPRECHT 1988). Englische bzw. deutsche Bezeichnungen gibt es für die einzelnen Arten dieser Gattung nicht. Der Gattungsname wird mit „freesia“ im Englischen und „Freesie“ im Deutschen als Bezeichnung übernommen. Hinsichtlich der früheren taxonomischen Bezeichnung von *Freesia laxa* (siehe unten) führt GRUNERT (1990) die deutsche Bezeichnung „Anomatheke“ und ELIOVSON (1973) den Namen „Woodland Painted Petals“.

Zu der Gattung *Freesia* werden heute 14 Arten gezählt (MANNING et al. 2002), wovon 12 im Kapländischen Florenreich vorkommen. Die Gattung ist bis auf drei Arten -darunter auch *Freesia laxa*- in ihrer Verbreitung auf die Winterregengebiete Südafrikas

beschränkt. Ihre Chromosomenzahl beträgt  $n = 11$ . Sie ist innerhalb der Iridaceae am nächsten mit den Gattungen *Ixia* und *Crocasmia* verwandt (MANNING et al. 2002).

Die Art *Freesia laxa* GOLDBLATT & MANNING hat seit ihrer erstmaligen Beschreibung 1823 durch THUNBERG als *Gladiolus laxus* einige taxonomische Umbenennungen durchlaufen. Im 19. Jahrhundert noch zu den Gattungen *Gladiolus*, *Freesia* und *Meristostigma* gezählt, wurde sie 1928 von N. E. BROWN als *Lapeirousia laxa* recht lange unter diesem Namen geführt, wie auch noch bei FRANK (1986) und GRUNERT (1990). Auch die Schreibweisen *Lapeyrousia* und *Lapairousia* der noch heute existierenden Gattung *Lapeirousia* sind in der Literatur auch anzutreffen. J. G. BAKER beschrieb 1892 ebenfalls *Lapeirousia cruenta*, eine Art, die als identisch mit *Freesia laxa* angesehen wird (GOLDBLATT und MANNING 1995). Dieser Arname wird demnach auch bei GENDERS (1973) verwendet und bei FRANK (1986) als Synonym geführt.

1973 dann ordnete GOLDBLATT die Art dann der Gattung *Anomatheca* zu (GOLDBLATT und MANNING 1995), die 1805 von KER GAWLER erstmals beschrieben wurde. Sie wurde dann als *Anomatheca laxa* weitergeführt und ist so GOLDBLATT und MANNING (1995) identisch mit der von LINDLEY 1830 beschriebenen *Anomatheca cruenta*. Letzterer Arname wird auch von GRUNERT (1990) und FRANK (1986) als Synonym für *Lapeirousia laxa* geführt. BRYAN (1989) weist darauf hin, dass die Arten, die bisher unter *Lapeirousia* geführt wurden, nun bei *Anomatheca* zu finden sind, und führt *Lapeirousia cruenta* und *L. laxa* als Synonyme von *Anomatheca laxa*. Der Gattungsname *Anomatheca* setzt sich aus den griechischen Begriffen „anomos“ (einzeln und ungleichmäßig) und „theca“ (Kapsel) zusammen (BRYAN 1989) und weist auf die ungewöhnlichen warzenartigen Papillen auf der Oberfläche der Samenkapsel der Arten dieser Gattung hin (Abb. 3).



Abb. 3: Samenkapsel von *Freesia laxa* (Foto EHRICH, 29.01.07)

Erst neuere kladistische Untersuchungen von GOLDBLATT und MANNING (1995) haben die Gattung *Anomatheca* schließlich mit der Gattung *Freesia* vereinigt. Dabei wurde der Gattungsname *Freesia* anstatt *Anomatheca* weitergeführt, da ersterer -vor allem gartenbaulich- bedeutender ist. Der Artname *laxa* blieb bei der taxonomischen Neueinordnung erhalten. *Freesia laxa* wurde, so die übereinstimmende Meinung der Autoren, in der Zeit von 1825 bis 1830 erstmalig nach England in Europa eingeführt.

*Freesia laxa* hat rundliche bis ovale Knollen mit einer festen, netzartigen Schale (Abb. 4), die 6 - 10 cm tief im Boden wachsen (PÜTZ und SUKKAU 1995). Aus ihnen treiben aufrechte, am Grunde scheidige Blätter aus, die schwertförmig zu einer langen Spitze auslaufen. Sie weisen auf beiden Seiten eine deutlich erkennbare Mittelrippe auf. An einfachen, einseitwendigen Ähren mit bis zu zwei Nebentrieben (EWALD 1992) stehen die bis zu 10 (BRYAN 2002) oder 12 zygomorphen Blüten (GRUNERT 1990) in ungewöhnlicher Art und Weise: Die unterste Blüte öffnet zuerst und führt in einer Linie die Aufwärtsrichtung des Blütentriebs weiter. Darüber biegt sich der Blütentrieb dann etwas und die restlichen Blüten erscheinen daran entlang, alle ebenfalls in aufrechter Stellung (BRYAN 2002). Die bis zu 1,5 cm langen Kronblattzipfel der Blüten sind tellerartig ausgebreitet, die Blütenröhre ist schmal und bis zu 3 cm lang. Die frei stehenden Staubblätter entstehen am Grund des Blütenschlunds und weisen schmale, längliche Pollenbeutel auf. Die drei zweiteilige Ästchen aufweisende Narbe ist länger. MANNING et al. (2002) vermuten, dass die Blüten von Schmetterlingen bestäubt werden.



Abb. 4: *Freesia laxa* Knollen (Foto EHRICH, 15.01.07)

Bei *Freesia laxa* werden zwei Unterarten unterschieden, nämlich subsp. *laxa* und subsp. *azurea* (GERMISHUIZEN und MEYER 2003). *Freesia laxa* subsp. *laxa* GOLDBLATT & MANNING ist die für die Versuche ausgewählte Unterart. Ihre Blüten sind rot oder lebhaft rosa und haben einen dekorativen dunkler rot gefärbten Fleck auf der Basis ihrer



drei unteren Perianthsegmente (Abb. 5). Sie hat ein wesentlich größeres Verbreitungsgebiet als *Freesia laxa* ssp. *azurea*. Ihr Vorkommen in Höhenlagen von 10 - 2160 m an halbschattigen Standorten (MANNING et al. 2002), an Waldrändern und in lockerem Gebüsch erstreckt sich von der östlichen Kapprovinz um Uitenhage (vgl. Abb. 1) nach Osten bis nach Ostafrika und dem südlichen Sudan (MANNING 2001). BRYAN (2002) führt Vorkommen in Mosambik, Simbabwe, Sambia und Uganda an. Die Blütezeit der 10 - 30 cm hoch werdenden Pflanze ist Oktober bis März (BRYAN 2002) und variiert je nach Standort (INNES 1985). Demnach kommt *Freesia laxa* ssp. *laxa* nur im westlichsten Teil ihres Verbreitungsgebietes im Kapländischen Florenreich vor, innerhalb dessen sie sowohl aus der Übergangszone zwischen Winter- und Sommerregengebiet Südafrikas als auch aus dem Sommerregengebiet stammt (vgl. Abb. 2). Sie ist also nicht so stark wie die anderen gewählten Arten/Hybriden an Winterregen angepasst, sondern vielmehr an gleichmäßig über das Jahr verteilte Regen bzw. Sommerregen.



Abb. 5: Blüte von *Freesia laxa* subsp. *laxa* (Foto EHRICH, 02.10.06)

*Freesia laxa* subsp. *azurea* GOLDBLATT & MANNING dagegen weist eine blass blau bis weiße Blütenfarbe auf, aber ebenfalls dunkel gefärbten Flecke auf den drei unteren Perianthsegmenten (siehe Abb. 6). Die Unterart wird nur 5 - 15 cm hoch und kommt in Höhenlagen von 0 - 70 m vor (GERMISHUIZEN und MEYER 2003). Ihr Verbreitungsgebiet beginnt erst in der südafrikanischen Region KwaZulu Natal, also rund 600 km nordöstlich von der Grenze zum Kapländischen Florenreich entfernt. Da diese Unterart aber nicht Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit war, sollen sich die Ausführungen zu *Freesia laxa* im weiteren Verlauf dieser Arbeit immer auf subsp. *laxa* beziehen.





Abb. 6: *Freesia laxa* subsp. *azurea* (Foto FENWICK)

### 3.2.2. *Sparaxis*-Hybriden

Die Gattung *Sparaxis* erhielt ihren Namen von dem griechischen Wort „sparasso“, welches zerreißen bedeutet und sich auf zählig geschlitzten inneren und äußeren Tragblätter bezieht, die am Grund der Blüte sitzen (BRYAN 2002 und GOLDBLATT 1992). Die deutsche Bezeichnung für die Gattung ist Fransenschwertel oder auch Zigeunerblume (KÜPPER 2004). Im Englischen wird sie „harlequin flower“ oder „African harlequin“ (meist *Sparaxis tricolor*), „bluebonnets“, „velvet flower“ (meist *Sparaxis tricolor*), „Cape buttercup“ (vor allem *Sparaxis grandiflora* subsp. *acutiloba*), „Kaleidoscope flower“ (vor allem *Sparaxis elegans*) oder „wand flower“ genannt (MANNING et al. 2002, BRYAN 2002, DE HERTOGH und LE NARD 1993 und ELIOVSON 1973).

Die Gattung wurde 1805 von KER GAWLER als eigenständig von der Gattung *Ixia* getrennt. Seit der Besiedelung der Kapprovinz im 18. Jahrhundert wurden die Arten *Sparaxis bulbifera*, *S. grandiflora*, *S. fragrans* und *S. tricolor* in Europa durch die Botaniker LINNAEUS bzw. PHILLIP MILLER (Mitte des 18. Jahrhunderts), DANIEL DE LA ROCHE (1768), NICHOLAS VON JACQUIN (1793) und GEORGE SCHNEEVOGT (1795) bekannt, zunächst aber in die Gattung *Ixia* eingeordnet (GOLDBLATT 1979). SWEET beschrieb die Art *Sparaxis elegans* erstmalig 1827 und BOLUS die Art *S. pillansii* 1932. Fast bis zum Ende des 20. Jahrhunderts beinhaltete die Gattung nur die genannten sechs Arten.

Erst neuere phylogenetische Untersuchungen von GOLDBLATT (1992) haben die fünf Arten der Gattung *Synnotia* auch in die Gattung *Sparaxis* eingeordnet, obwohl bereits KER GAWLER im Jahr 1802 die Arten der Gattung *Synnotia* unter *Sparaxis* geführt hatte (GOLDBLATT und MANNING 2000b). Die ursprünglichen sechs *Sparaxis*-Arten kennzeichnen sich durch einen radiären Blütenaufbau, dagegen weisen die Arten der Sek-

tion *Synnotia* zygomorphe Blüten auf, ihr mittlere obere Blütenblatt ist vergrößert. Weiterhin wurden inzwischen auch noch vier neue *Sparaxis*-Arten beschrieben, so dass die Gattung jetzt 15 Arten mit einer Chromosomenzahl von  $n = 10$  aufweist (GOLDBLATT und MANNING 1999 und GOLDBLATT 1992). Alle Arten der Gattung *Sparaxis* stammen aus der Kapregion. Sie kommen hier vor allem im Südwesten und in der westlichen Karoo meist auf lehmigen Renosterveldböden, seltener auf küstennahen Sandböden, vor.

Von den ursprünglichen sechs Arten der Gattung *Sparaxis* sind fünf in die Kreuzung vieler Hybriden eingegangen (siehe unten). Diese sechs Arten besitzen alle kugel- oder kegelförmige Knollen mit einer hellfarbigen netzfaserigen Hülle (vgl. Abb. 8 auf S. 18), die nicht sehr tief in der Erde wachsen (bis 3 cm tief bei *Sparaxis grandiflora* subsp. *fimbriata* laut RUITERS et al. 1992). Die Knollen treiben mit unifazialen, lanzettlichen bis schwertförmigen Blättern mit stumpfem Ende und relativ weicher Textur aus. Die Blüten stehen einzeln zu mehreren (meist zwei bis fünf) an einer Ähre mit aufrechtem und stabilem, sich teilweise verzweigendem Stiel. An ihrem Grund stehen die bereits erwähnten namensgebenden Tragblätter, die trocken, faltig, zählig geschlitzt und durchsichtig sind sowie unregelmäßig braun gestreift. Die Einzelblüten sind flach trichterförmig und weisen -wie bereits erwähnt- einen radiären Blütenaufbau auf (MANNING et al. 2002). Sie sind je nach Art ein- oder mehrfarbig weiß, gelb, orange, rot sowie rosa und violett gefärbt und tragen verscheiden stark ausgeprägte schwarz-gelbe Zeichnungen im Blütenschlund. Die sechs gleichlangen Blütenblätter breiten sich sternenförmig aus und sind im unteren Bereich zu einer Röhre zusammengewachsen. Der Blütendurchmesser kann mehr als 7,5 cm betragen (BRYAN 2002). Die Staubblätter sind am Blütengrund befestigt und recht kurz, und besitzen lanzettliche Pollenbeutel. Der Griffel ist fadenförmig und länger als die Staubblätter. Die Samen werden in einer kleinen, häutigen Kapsel angelegt die dreiteilig aufspringt (GRUNERT 1990).

Die Blüten der beschriebenen *Sparaxis*-Arten werden meist von den sog. „monkey beetles“ (Scarabaeidae: Rutelinae: Hopliini), den Blatthornkäfern, befruchtet. GOLDBLATT und MANNING (2000b) vermuten, dass die Zeichnungen die Käfer selber nachahmen sollen, so dass dadurch mehr Käfer angelockt werden und die Rate der Fremdbefruchtung erhöht wird. Darüber hinaus werden die Blüten auch von *Philoliche atricornis*, eine Art der Bremsen (Tabanidae) besucht, die sich von dem Nektar der Blüten

ernähren und dabei Pollen von Blüte zu Blüte transportieren (GOLDBLATT et al. 1998). Auch Bienen (Apidae, gehören zur Überfamilie Apoidea [Bienen]) besuchen die Blüten einiger Arten der Gattung *Sparaxis* (GOLDBLATT und MANNING 2000b).

Die ersten Hybriden sind laut HORN et al. (1989) aus der Kreuzung von vier Arten dieser fremdbefruchtenden Gattung hervorgegangen, nämlich *Sparaxis tricolor*, *S. elegans* sowie wahrscheinlich auch *S. pillansii* einerseits (sog. Buhr-Hybriden), sowie *S. grandiflora* und *S. elegans* andererseits (sog. Krige-Hybriden). Diese Hybriden boten eine Fülle von Farben, haben aber laut HORN et al. (1989) einen relativ kurzen Blütenschaft. Spätere Kreuzungen der Hybriden mit *S. bulbifera* führten zu langstieligeren Hybriden, die besser für die Züchtung von als Schnittblumen geeigneten Sorten verwendet werden konnten (HORN 1962a). Darüber hinaus wurden mit Hilfe von Colchizinbehandlungen tetraploide Formen entwickelt, die zwar sowohl größere Blüten mit längerer Haltbarkeit als auch eine verbesserte Blüentriebqualität aufwiesen, doch praktisch selbststeril waren, bei einer Kreuzbefruchtung kaum Samen ansetzten und eine nicht so große Farbpalette wie die diploiden Formen anboten (HORN et al. 1989). Die Kreuzung von diploiden mit tetraploiden Formen ergab später triploide Formen, die neuartige Farben, ein starkes Wachstum und Blüten mit einer recht guten Haltbarkeit (ca. 3 - 4 d) aufwiesen.

Außerdem sind die sog. Tricolor-Hybriden bekannt, die größere Blüten und eine lebhaftere Färbung als die Arten aufweisen sollen (GRUNERT 1990). Als Sorten sind 'Alba maxima' (reinweiß), 'Montblanc' (silbrigweiß mit gelben Flecken), 'Fire King' (orange-rot mit schwarzen und gelben Flecken), 'Honneur de Haarlem' (kirschrot mit schwarzen und gelben Flecken), 'Sulphur Queen' (mehrfarbig gelb) verfügbar (FRANK 1986), die auch oft in Sortenmischungen verwendet werden. Diese Sorten werden aber nur in geringen Stückzahlen produziert (siehe dazu Abschnitt 3.4.4.).

Wie aus der Kreuzung von mehreren Eltern nicht anders zu erwarten, wiesen die Hybriden eine hohe Variabilität hinsichtlich gartenbauwissenschaftlich interessanter Merkmale wie z. B. Blütenfarbe und Pflanzenhöhe auf. Über die Vererbung dieser Merkmale ist wenig bekannt, nur bei der Blütenfarbe sind nachgewiesenermaßen mehrere Gene involviert (HORN et al. 1989). Durch die Variabilität ließen sich aber durch Selektion zwischen den Genotypen verbesserte Formen gewinnen (HORN 1962a).

Die Kreuzung der für die Versuche verwendeten *Sparaxis*-Hybriden wurde laut Angaben C. BARNHOORN, Nachfahre des Züchters F. BARNHOORN, in den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts auf der Basis von *Sparaxis tricolor* durchgeführt, die mit anderen *Sparaxis*-Arten gekreuzt wurde (persönliche Kommunikation, 06.02.07). Seitdem kam es zu kontinuierlicher Selektion der Farblinien, wobei besonders auf die Erhaltung der gelben Blütenfarbe geachtet wurde. *Sparaxis tricolor* wird an ihrem Heimatstandort in den Bokkeveld Bergen (nahe Calvinia, vgl. Abb. 1) 10 - 30 cm hoch, hat schwertförmige Blätter und kommt auf feuchten Tonböden -oft in der Nähe von Flussläufen- vor. Sie blüht von September bis Oktober mit orangen Blüten, die ein gelbes Zentrum mit kontrastreichen schwarzen Markierungen aufweisen (Abb. 7) (MANNING et al. 2002).



Abb. 7: *Sparaxis tricolor* in der Nähe von Calvinia/Südafrika (Foto EHRICH, 08.09.04)



Abb. 8: *Sparaxis*-Hybriden Knollen (Foto EHRICH, 15.01.07)

Abb. 8 zeigt die in Ruhe befindlichen Knollen der untersuchten *Sparaxis*-Hybriden. Die Farbvariation, die die Blüten dieser Hybriden aufwiesen, werden in Abb. 9 dargestellt. Zu jeder der dargestellten Farben gab es weitere Farbschattierungen.



Abb. 9: Farbvarianten der blühenden *Sparaxis*-Hybriden (Fotos EHRICH, 01.01.07)

### 3.2.3. *Tritonia deusta* und *Tritonia securigera*

Da die untersuchten Arten *Tritonia deusta* und *T. securigera* zu einer Gattung gehören, sollen sie im folgenden Abschnitt gemeinsam beschrieben werden. KER GAWLER wählte den Namen *Tritonia*, als er die Gattung 1802 erstmalig beschrieb (DE VOS 1999). Er ist an den Begriff „Tritonen“ angelehnt, jene Meeresgeister, die zum Gefolge des Poseidons gehörten und ihn auf seinen Fahrten begleiteten. Im England des 18. Jahrhunderts war es nämlich üblich, Tritonenfiguren als Wetterfahnen zu verwenden, die sich je nach Windrichtung drehten (GRUNERT 1990). Und da einige *Tritonia*-Arten in die verschiedensten Richtungen ragende Staubfäden besitzen, beschloss KER GAWLER, diesen Gattungsnamen zu wählen (DUNCAN 2006). Die deutsche Bezeichnung für Arten dieser Gattung ist „Tritonie“ oder „Lodernder Stern“ (KÜPPER 2004). Englische Bezeichnungen sind neben „tritonias“ noch „blazing star“ und „flame freesia“ (BRYAN 2002).

Die Gattung *Tritonia* besteht aus 28 Arten, von denen 18 im Kapländischen Florenreich vorkommen. Weitere Arten sind vom östlichen Südafrika bis nach Tansania verbreitet (MANNING et al. 2002). Sie wachsen in verschiedensten Habitaten, ihre Knollen sitzen dabei unterschiedlich tief in der Erde (DUNCAN 2006). Die meisten Arten können in den Winterregengebieten angetroffen werden, wo sie im Renosterveld, in der Buschvegetation des Karoo bzw. dem Fynbos vorkommen (MANNING et al. 2002). Die Chromosomenzahl der Arten dieser Gattung ist  $n = 11$  bzw.  $n = 10$ .

Ähnlich wie *Freesia* ist *Tritonia* wahrscheinlich mit *Crocasmia* verwandt, obwohl auch mit *Ixia* einige morphologische Ähnlichkeiten geteilt werden (MANNING et al. 2002).

Die Gattung *Tritonia* wird in vier Sektionen unterteilt, wobei *Tritonia deusta* zu der Sektion *Tritonia* und *Tritonia securigera* zur Sektion *Montbretia* gehört. AITON beschrieb beide Arten erstmalig 1789 als *Ixia deusta* und *Gladiolus securigera*, bevor sie von KER GAWLER in die Gattung *Tritonia* mit eingeordnet wurden (DE VOS 1999).

Nach den Angaben von BRYAN (2002) wurde *Tritonia crocata* 1758 und *T. lineata*, *T. squalida* und *T. securigera* 1774 als erste *Tritonia*-Arten nach Europa eingeführt. Die in Europa kultivierten Hybriden stammen hauptsächlich von den Arten *Tritonia crocata* und *T. squalida* ab (DUNCAN 2006), die beide am Schlund der dunkel orangen bzw. rosa-lila gefärbten Blüten fast durchscheinende „Fenster“ haben. Bei *Tritonia crocata* ist die am häufigsten genannte Sorte ist 'Orange Delight', die auch unter dem Sortennamen 'Incomparabilis' gehandelt wird und eine dunkel orange Blütenfarbe hat. Von BRYAN (2002), GRUNERT (1990), FRANK (1986) und GENDERS (1973) werden noch diverse andere in Kultur befindliche *Tritonia crocata*-Sorten genannt, deren Blüten von weiß und cremefarben über rosa, orangegelb, lachsfarben und rötlichorange gefärbt sind.

*Tritonia deusta* kommt nur im Kapländischen Florenreich vor, wird 15 - 25 cm hoch und hat kugelförmige Knollen, die eine relativ dünnfaserige Hülle aufweisen (Abb. 10). Die vier bis zehn Blätter sind schwertförmig und 4 - 8 mm breit (MANNING et al. 2002 und DE VOS 1999). Die bis zu zehn Einzelblüten stehen einzeln an einseitwendigen, etwas geneigten Blütenstielen, die sich teilweise verzweigen (BRYAN 2002). Das Perianth ist wie bei allen Arten dieser Sektion von *Tritonia* praktisch radiär aufgebaut und radförmig, d. h. mit kurzer Röhre und flach ausgebreitetem Saum. Die Staubblätter und der Griffel stehen wahllos und ragen nach außen. Die Blütenblätter sind orange, 18 - 25 mm lang, bilden einen gelben, sternenförmigen Blütenschlund (Abb. 11) und sind zu einer trichterförmigen Blütenröhre verwachsen, die 10 - 12 mm lang ist. Die Blüten werden wie bei *Sparaxis* von Vertretern der Gruppe der sog. „monkey beetles“ der Blatthornkäfer (Scarabaeidae: Rutelinae: Hopliini) bestäubt, z. B. durch *Peritrichia hybrida* (Englisch: „hairy monkey beetle“) (GOLDBLATT et al. 1998). Die Tragblätter sind meist braun, trocken und kurz (MANNING et al. 2002). Die Blütezeit am Heimatstandort ist September bis Oktober. Das Vorkommen erstreckt sich vom Kap der guten Hoffnung bis nach Riversdale (vgl. Abb. 1), wo die Art auf Ton- oder Granithängen bzw. -senken des Renostervelds in Höhenlagen von 15 - 380 m wächst (GERMISHUIZEN und MEYER 2003, MANNING et al. 2002).





Abb. 10: *Tritonia deusta* Knollen (Foto EHRICH, 15.01.07)



Abb. 11: *Tritonia deusta* Blüte (Foto EHRICH, 10.10.06)

Die Art *Tritonia securigera* stammt ebenfalls aus dem Kapländischen Florenreich und erreicht an ihrem Habitat eine Höhe von 15 - 40 cm. Ihre Knollen sind kugelförmig und in ihrer Größe und ihrem Aussehen denen von *Tritonia deusta* recht ähnlich (Abb. 12). Daraus treiben vier bis sieben jeweils 4 - 10 mm breite linealische bis schwertförmige Blätter aus. Der Blüentrieb ist wie bei *T. deusta* einseitswendig und trägt fünf bis 15 einzeln stehende zygomorphe zweilippige Blüten, die gelb bzw. orange bis rötlich mit gelbem Schlund gefärbt sind (Abb. 13) (DE VOS 1999). Die Blütenröhre ist trichterförmig und 12 - 20 mm lang, die Tragblätter der Blüten sind papierartig und braun. Die sechs Blütenblätter sind unterschiedlich lang (12 - 20 mm) wobei das dorsale Blütenblatt das größte ist und aufrecht steht. Die unteren drei Tepalen weisen in der Mitte den für diese Sektion der Gattung *Tritonia* charakteristischen zahnartigen gelben Kallus auf (MANNING et al. 2002). Da *Tritonia securigera* eine der ersten *Tritonia*-Arten mit Kallus war, die entdeckt wurde, ordnete AITON im Jahr 1789 mit Hinblick auf diesen Kallus dieser Art den Speziesnamen „securigera“ zu (DE VOS 1999). Dieser Begriff setzt sich aus den lateinischen Wörtern „securis“ (Beil) und „gerere“ (tragen) zusammen (SCHUBERT und WAGNER 1975). Die Blüten werden meist von langzungigen Bienen bestäubt

(Apidae, gehören zur Überfamilie Apoidea [Bienen]) (MANNING et al. 2002). *Tritonia securigera* blüht an ihrem Standort von September bis November und ist zwischen Riversdale und dem östlichen Ende des Kapländischen Florenreiches weit verbreitet, ist dabei aber in ihrem Vorkommen auf Tonhänge in Grasland bzw. Heideland arider und küstennaher Gebiete in Höhenlagen von 305 - 667 m beschränkt (GERMISHUIZEN und MEYER 2003, MANNING 2001 und DE VOS 1999).



Abb. 12: *Tritonia securigera* Knollen (Foto EHRICH, 15.01.07)



Abb. 13: *Tritonia securigera* Blüte (Foto EHRICH, 25.08.05)

### 3.3. Wachstumsrhythmus der untersuchten Arten/Hybriden

Im folgenden Abschnitt wird ein Überblick über den Wachstumsrhythmus der ausgewählten Pflanzenarten/Hybriden am natürlichen Standort in Südafrika gegeben, so dass die Periodizität der untersuchten Geophyten und die daraus resultierenden generellen Ansprüche der Arten und Hybriden an eine gärtnerische Kultivierung deutlich werden. Im Einzelnen wird auf die Art des Speicherorgans, die Dormanz und die physiologi-



schen bzw. evolutionsbiologischen Hintergründe des Wachstumsrhythmus der untersuchten Arten/Hybriden eingegangen.

Wie bereits unter 3.1. beschrieben, stammen alle vier untersuchten Arten bzw. die Eltern der Hybriden aus den Winterregengebieten des Kapländischen Florenreichs. Die Temperatur- und Niederschlagsentwicklung während des Jahres soll an Hand von vier ausgewählten Orten in der Region in folgender Tab. 1 beschrieben werden:

Tab. 1: Klimadaten ausgewählter Orte des Winterregengebiets Südafrikas:

Monate	Klimadaten	Kapstadt	Worcester bis Swellendam	Stellenbosch	Cederberge
<b>Mai bis September</b>	Temperatur tags	18 - 20 °C	17 - 20 °C	17 - 21 °C	19 - 22 °C
	Temperatur nachts	7 - 9 °C	4 - 8 °C	6 - 9 °C	7 - 12 °C
	Niederschlag pro Monat	40 - 95 mm	80 - 95 mm	65 - 130 mm	45 - 60 mm
<b>Oktober bis März</b>	Temperatur tags	21 - 27 °C	25 - 28 °C	22 - 28 °C	26 - 31 °C
	Temperatur nachts	11 - 16 °C	13 - 15 °C	8 - 15 °C	14 - 16 °C
	Niederschlag pro Monat	14 - 40 mm	20 - 40 mm	35 - 50 mm	8 - 20 mm
<b>Quelle:</b>		"South African Weather Service" (2007)	"South African Explorer Travel Atlas" (2007)	"South African Explorer Travel Atlas" (2007)	"South African Explorer Travel Atlas" (2007)

Die Knollen der untersuchten Arten/Hybriden treiben am Heimatstandort im Winter bzw. Frühjahr stimuliert durch die niedrigen vorherrschenden Temperaturen und die einsetzenden Winterregen (vgl. Tab. 1) aus. Sie kommen im späten Frühjahr bzw. Anfang des Sommers -nach vorangegangenen vegetativem Wachstum- zur Blüte. Nach der Samenbildung und bei wärmerem Wetter mit geringeren bzw. aussetzenden Regenfällen (vgl. Tab. 1), durchlaufen die Pflanzen dann während des heißen und trockenen Sommers eine Ruhephase (Dormanz), in der sie in Form von Knollen im Boden überdauern. Diese Knollen treiben -nach überwundener Dormanz- im späten Winter mit erneut einsetzenden Winterregen begleitet von niedrigen vorherrschenden Temperaturen wieder aus. Die Arten durchlaufen demnach grundsätzlich einen jährlichen thermoperiodischen Zyklus (DE HERTOOGH und LE NARD 1993), den Abb. 14 schematisch darstellt.

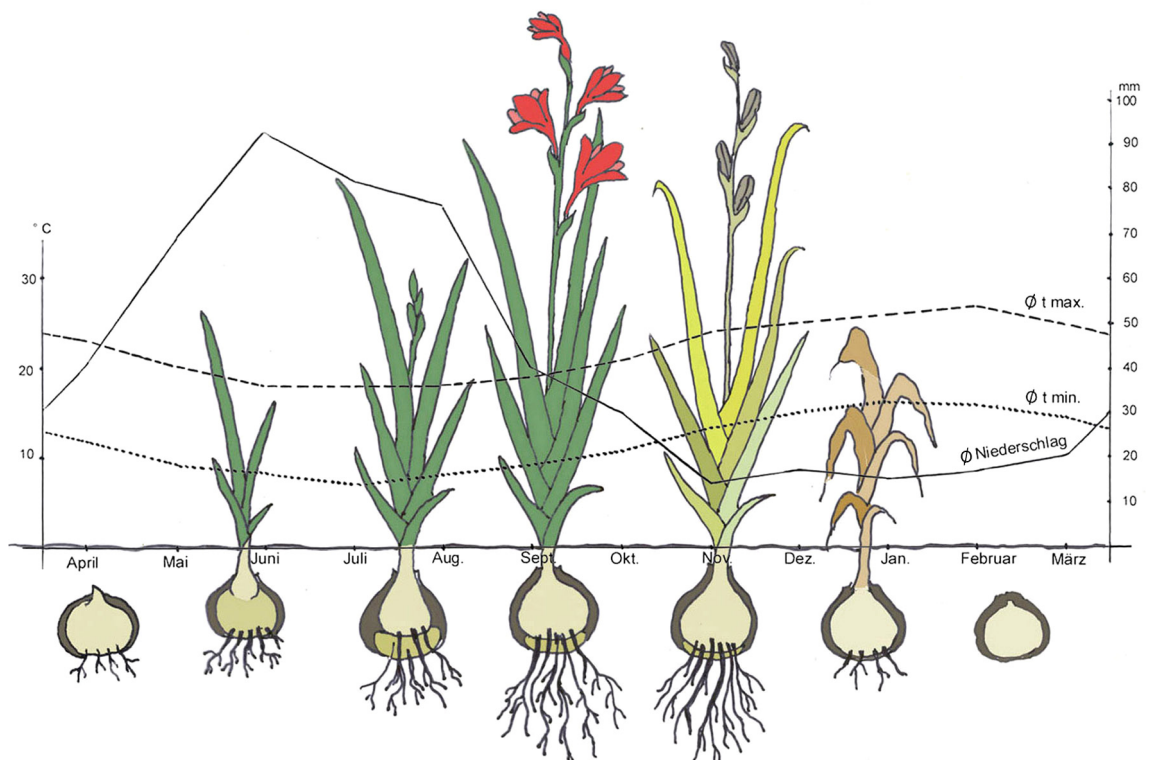


Abb. 14: Wachstumszyklus der untersuchten Arten/Hybriden im Winterregengebiet Südafrikas (Zeichnung EHRICH) [Temperaturwerte und Niederschläge sind die von Kapstadt, Quelle: „SOUTH AFRICAN WEATHER SERVICE“ 2007]

Die untersuchten Vertreter der Iridaceae bilden sog. Stengel- bzw. Sprossknollen aus. Diese entstehen aus der Verdickung der Sprossachse und bilden die sog. Basalplatte, die auch bei Zwiebelpflanzen angelegt wird. Die Knollen haben ausgebildete Nodien und Internodien, werden von netzartigen trockenen Hüll- bzw. Gewebeschichten eingeschlossen und enthalten die Adventivwurzelpremordien. Die Basalplatte ist die Hauptspeicherstätte der Knolle, im Gegensatz zu Zwiebeln, die ihre Reserven in Speicherblättern lagern (DE HERTOGH und LE NARD 1993). Ihre Morphologie ist beispielhaft an einer *Sparaxis*-Hybriden-Knolle in Abb. 15 dargestellt.

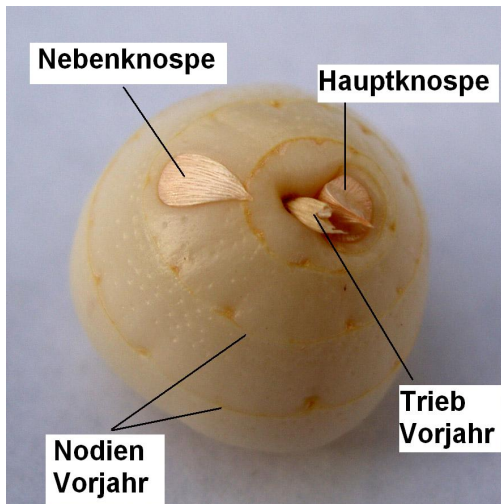


Abb. 15: Morphologie einer *Sparaxis*-Hybriden-Knolle (Foto EHRICH, 29.01.07)

Die Ausbildung unterirdischer Speicherorgane, d. h. auch von Knollen, kann evolutionsbiologisch erklärt werden. Bei allen Geophyten besteht die gemeinsame Strategie, mit Hilfe ihrer Speicherorgane ungünstige Witterungsverhältnisse zu überdauern, indem die überirdischen Pflanzenorgane in dieser Zeit absterben. Die unterirdischen Pflanzenorgane nehmen zu einem späteren Zeitpunkt das Wachstum erneut wieder auf. Evolutionär bestand dabei der Druck, ein Speicherorgan auszubilden, das auf Umwelteinflüsse über Pflanzenhormone entsprechend reagiert, nach außen hin Wasserverluste, Frost und dem Befall mit Krankheiten und Schädlingen vorbeugt und eine niedrige Respirationsrate aufweist, um bestehende Speicherstoffe möglichst lange zu erhalten (REES 1992). Hauptspeicherstoff ist Stärke, aber es kommen auch Glucose, Saccharose, Inulin (REES 1989a) und andere Fructane sowie Glucomannan (als alternativer Speicherzucker) vor (MILLER et al. 1997 und MILLER 1992). Außerdem muss eine gewisse Reaktionsfähigkeit in der Anpassung an spontan auftretende Wachstumsreize im Habitat der Pflanzen bestehen, so dass die jeweilige Population in ihrem Verhalten eine ebenso spontane Flexibilität zeigen kann. Letztendlich bestimmt auch die Schnelligkeit des Austriebs aus der Knolle bzw. des Wachstums über den Erfolg einer geophytischen Pflanzenart während der Vegetationszeit (DOLE 2003), die bei den untersuchten Arten/Hybriden acht bis neun Monate beträgt.

Die Dormanz von Geophyten wird definiert als ein komplexer und dynamischer physiologischer, morphologischer und biochemischer Zustand, innerhalb dessen keine äußerlich sichtbare morphologische Veränderung bzw. Wachstum stattfindet. Innerlich können sich aber viele morphologische und/oder physiologische Vorgänge abspielen

(DE HERTOGH und LE NARD 1993). Diese Definition impliziert, dass der Dormanzzustand nicht mehr besteht, sobald äußere Veränderungen der Speicherorgane zu erkennen sind. Die Hintergründe der molekularen Regulation der Dormanz von Geophyten sind noch weitgehend unerforscht. Bis jetzt wurden noch keine eindeutigen Zusammenhänge zwischen hormonalen Einflüssen und dem aktivierten Metabolismus geophytischer Speicherorgane beschrieben (BOROCHOV et al. 1997). Laut DE MUNK (1989) reagieren Geophyten auf externe Faktoren und ihre Gewebe übersetzen diese Signale, so dass interne Auslöser (wahrscheinlich Pflanzenhormone) bestimmte Rezeptoren aktivieren. Die Ergebnisse vieler Studien weisen darauf hin -wenn auch nicht immer eindeutig- dass Abscisinsäure (ABS) die Dormanz bei Geophyten induziert bzw. aufrechterhält und Gibberelline die Dormanz brechen (BOROCHOV et al. 1997). Darüber hinaus kann auch Ethylen bei knollenbildenden Arten die Dormanz brechen (IMANISHI 1997 und HALEVY 1990). Genauere Ergebnisse dazu werden im Abschnitt 3.4.1.2. für Freesien vorgestellt.

An ihrem natürlichen Standort in Südafrika ist die Phänologie, Demographie und die Verwendung von Ressourcen der jährlich neu den Wachstumszyklus durchlaufenden Geophyten charakterisiert durch das Einziehen der oberirdischen Pflanzenteile und dem Verwenden eines großen Teiles der jährlichen Biomasseproduktion für das Füllen des Speicherorgans. Dies kann als angepasste Strategie angesehen werden, um für die heißen Sommermonate Nährstoffe zu sichern, Austrocknung zu verhindern und so mit dem oft niedrigen Bodennährstoffgehalt und den klimatischen Bedingungen der Ökologie des Kapländischen Florenreichs auszukommen (RUITERS et al. 1992). Dabei sind vegetatives und generatives Wachstum in ihrer Saisonalität an die Verfügbarkeit von Nährstoffen an eine bestimmte Jahreszeit gebunden (RUITERS und MCKENZIE 1994). STRUCK (1994) stellte fest, dass die ersten Temperaturabfälle in den ariden Winterregengebieten Südafrikas im Herbst bzw. die steigenden Temperaturen im Frühjahr für die dort wachsenden Geophyten, aber auch anderen Pflanzenarten, als Hinweis zum Beginn der Regenzeit und damit der aktiven Wachstumsphase dient, und so indirekt der Zeitpunkt des Beginns der Blüte festgelegt wird. Die Wichtigkeit des Faktors Temperatur wird dadurch für die untersuchten Arten/Hybriden deutlich, und zwar nicht nur die hohen Temperaturen während des Einleitens und der Aufrechterhaltung der Ruhe sondern auch die niedrigen Temperaturen während des Wiederaustriebs der Knollen (vgl. Tab. 1). Weiterhin führt STRUCK (1994) an, dass die Verteilung und die Menge der Niederschläge die Blühdauer und die Blütenanzahl pro Pflanze signifikant beeinflussten.

Während des aktiven Wachstums wird die Knolle jährlich neu gebildet und auf diese Weise die sog. Mutterknolle durch eine sog. Tochterknolle ersetzt. Dies wird mit Abb. 16 deutlich und ist auch in Abb. 14 zu erkennen. Daneben werden sog. Brutknollen gebildet, die der klonalen vegetativen Vermehrung dienen. Zum Anfang jeder Wachstumsperiode werden bei der von RUITERS und MCKENZIE (1994) untersuchten Art *Sparaxis grandiflora* subsp. *fimbriata* zunächst Speicherstoffe von der Mutterknolle sehr effizient für die Bildung einer neuen Generation an Blättern und Wurzeln und bei erreichter Blühreife der Knollen auch für die Bildung einer Infloreszenz verwendet. Diese Organe nehmen dann Nährstoffe aus dem Boden auf und assimilieren, so dass ein Pool an Photosyntheseprodukten zur Verfügung steht, aus dem für die Bildung der Tochterknolle, der Brutknollen und der Samen geschöpft werden kann. Die Bildung der Tochterknolle beginnt bereits zum Zeitpunkt der Infloreszenzinitiation (HARTSEMA 1961). Nach ihrer Ausbildung wird sie der Hauptort, zu dem die Assimilate hin verlagert werden. Die Fähigkeit, Nährstoffe in Phasen des gesteigerten aktiven Wachstums zu speichern und diese in Phasen reduzierter Verfügbarkeit von Nährstoffen zu verwenden, wird als ‚Luxusverbrauch‘ bezeichnet (RUITERS und MCKENZIE 1994). Es erlaubt den jeweiligen Arten, in nährstoffarmen Böden wachsen zu können (ROSSA und WILLERT 1999). Beim jährlichen Aufbau der Tochterknolle kommt es zur Bildung von Zugwurzeln. Da die Tochterknolle sich oberhalb der Mutterknolle bildet, kann sie mit Hilfe der Zugwurzeln in die ursprüngliche Knollentiefe der Mutterknolle gebracht werden (DE HERTOOGH und LE NARD 1993). Die Zugwurzeln bilden sich am Grund der Tochterknolle, d. h. oberhalb der Mutterknolle und sind in Abb. 16 dargestellt.

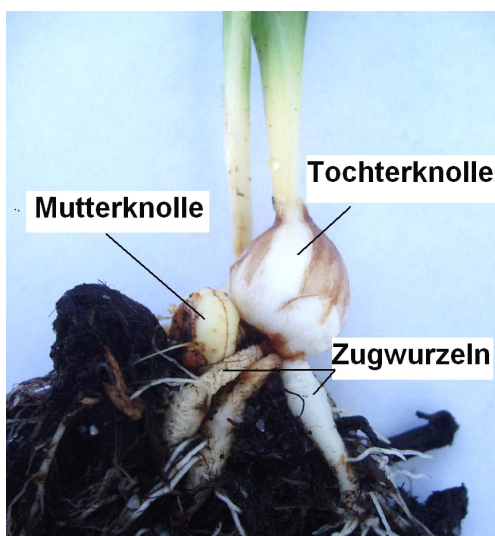


Abb. 16: Darstellung von Zugwurzeln bei *Freesia laxa* (Foto EHRICH, 29.01.07)

Hervorgehoben werden soll, dass es bei den untersuchten knollenbildenden Geophyten erst zu einer Umstimmung in die generative Phase bzw. einer Infloreszenzinduktion kommt, wenn die Pflanzen sich bereits im Wachstum befinden, und nicht bereits wie bei vielen Zwiebelpflanzen, während der Dormanz (REES 1989b). Die Infloreszenzbildung wird nicht durch die Speicherstoffe der letzten Vegetationsperiode ermöglicht, sondern über die während des Wachstums stattfindende Assimilation, die durch die präsenten Wachstumsbedingungen bedingt wird. Der zu Beginn des Wachstums stattfindende Austrieb der Knollen ist dabei aber umso stärker, je größer, d. h. je älter die gesetzten Knollen sind. Für eine mögliche Infloreszenzinduktion ist somit indirekt eine ausreichende Größe bzw. Alter der Knollen Voraussetzung. Unterhalb einer Mindestgröße der Mutterknolle kommt es während des Wachstums fast nie zur Infloreszenzanlage, d. h. die Knollen sind noch juvenil, oberhalb der Mindestgröße fast immer, d. h. die Knollen sind bereits adult (REES 1989b). Für die Knollengrößen zwischen dem juvenilen und adulten Stadium ist die Blüte nach dem Austrieb ungewiss, da nicht klar ist, ob die juvenile Phase bereits überwunden wurde (DOLE 2003). Die zur Infloreszenzbildung ausreichenden Knollengrößen, d. h. die Größe adulter Knollen, variieren je nach Pflanzenart und Sorte. Den Zusammenhang zwischen Knollengröße und Blühfähigkeit bestätigt auch HALEVY (1990). Er führt weiterhin an, dass bei Knollen, die die kritische Mindestgröße für die Infloreszenzbildung erreicht haben, die Anzahl der produzierten Blütentriebe und auch deren Qualität mit weiter steigender Knollengröße wächst. Natürlich gibt es hinsichtlich dieser Abhängigkeit auch Ausnahmen. Der Autor führt *Liatris*-Knollen an, die bereits viel eher adult sind und bei kleinstmöglicher Knollengröße blühen.

Während der Umstimmung in die generative Phase wird bei Anlage einer Infloreszenz die Apikaldominanz aufgegeben und neue Apikalknospen werden neben der Infloreszenz gebildet. Diese werden dann während der Dormanz durch externe Faktoren inaktiv (REES 1984) und nehmen erst beim Wiederaustrieb ihre Aktivität wieder auf.

Die Initiation der Infloreszenz verläuft in Stadien, die je nach geophytischer Pflanzenart mit fortschreitender Entwicklung der Anlage der Blütenprimordien mit den Stadien I, II, Pr, Sp, Br, Bo, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, G und Pc beschrieben werden können. Für *Freesia x hybrida* wurden diese Stadien von DE HERTOOGH und LE NARD (1993) wie folgt formuliert:

- o Stadium I (vegetativ): Das flache Apikalmeristem differenziert Blattprimordien.
- o Stadium II (generativ): Das Meristem ist nicht mehr flach, sondern eher rundlich oder etwas kegelförmig, es wölbt sich hoch.
- o Stadien Pr bis Br: Gegenüber dem letzten Laubblatt bildet sich das Primordium für das äußere Tragblatt, in dessen Achsel ein weiteres Primordium angelegt wird.
- o Stadium Bo: Das innere Tragblatt wird gegenüber dem äußeren Tragblatt angelegt. Das Apikalmeristem ist gewachsen und inzwischen kegelförmig.
- o Stadium A: Es sind drei Staubblattprimordien angelegt.
- o Stadium P<sub>1</sub>: Die Primordien des äußeren Perianths sind angelegt und liegen gegenüber denen der Staubblätter.
- o Stadium P<sub>2</sub>: Die Primordien des inneren Perianths entwickeln sich.
- o Stadium G: Die Blütenanlage wird mit der Bildung des Gynaeceums und seinen drei Karpellen abgeschlossen.

Mikroskopische Untersuchungen dieser Stadien ermöglichten bei MOTOZU und TAKATSU (1997) sowie bei DE HERTOGH und LE NARD (1993) das Nachvollziehen der Infloreszenzinduktion bzw. -initiation sowie die Differenzierung der Blütenorgane. Anschließend erfolgen in der Entwicklung der Pflanzen die Ausreifung und das Wachstum der Infloreszenz sowie die Anthese und die Samenbildung.

### 3.4. Kulturansprüche an die Wachstumsfaktoren

#### 3.4.1. *Freesia laxa*

##### 3.4.1.1. Kultur von *Freesia laxa*

Für die Topfkultur von *Freesia laxa* empfiehlt GRUNERT (1990), sechs bis acht (oder mehr) Knollen pro Topf mit 12 cm Durchmesser im Herbst zu setzen, damit diese dann im März/April zur Blüte kommen. FRANK (1986) empfiehlt eine Pflanztiefe von 3 cm. Bis zum Austrieb der Blätter sollen die Pflanzen nur mäßig gegossen werden. Die Töpfe sollten kühl -bei allerdings mindestens 5 - 8 °C- und hell aufgestellt werden. INNES (1985) rät zu einer Mindesttemperatur von 10 °C und zu einem vollsonnigen Standort. Beide Autoren raten zu gelegentlichen Gaben von schwacher Volldüngerlösung. GRUNERT (1990) regt weiterhin zum Hochbinden der Blütentriebe an. Nach der Blüte ist die Bewässerung allmählich einzustellen, so dass die Knollen an einem trockenen und schattigen Platz ausreichend Zeit haben einzuziehen (FRANK 1986). Die Überwinterung

sollte trocken und frostfrei erfolgen, laut GRUNERT (1990) sollte sie luftig vonstatten gehen. EWALD (1992) erwähnt, dass bisher keine Krankheiten an dieser Art aufgetreten sind. Lediglich in Neuseeland wurde von MCKENZIE (2000) ein Befall von *Freesia laxa* mit dem Rostpilz *Uromyces transversalis* festgestellt. Weitere Angaben zu der Anfälligkeit von *Freesia laxa* gegenüber Krankheiten und Schädlingen fehlen in der Literatur.

Die Angaben zur Freilandkultur von *Freesia laxa* ähneln denen der Topfkultur. Allerdings blühen die Pflanzen hier erst im Sommer bis Spätsommer, da die Knollen erst nach den Spätfrösten gesetzt werden können. Laut FRANK (1986) ist für eine Beetkultur ein sonniger, gut drainierter Standort notwendig, wo die Knollen 6 - 8 cm tief im Abstand von 8 - 10 cm gesetzt werden. Nach der Blüte müssen die Wassergaben auch im Freiland reduziert werden, um anschließend im September die Knollen wieder herauszunehmen und danach trocken und geschützt zu überwintern. Temperaturempfehlungen für die Lagerung werden nicht gegeben.

EWALD (1992 und 1993) berichtet darüber hinaus noch über die Eignung von *Freesia laxa* als Schnittblume und über die erfolgreiche Polyploidisierung dieser selbstkompatiblen Art zur Verbesserung ihres Zierwertes. Bei Versuchen am damaligen Versuchsbetrieb der VEG-Saatzucht Zierpflanzen in Erfurt wurden die Knollen im Juli nach der Ernte gebeizt und getrocknet und anschließend acht Wochen einer Präparation wie bei Schnittfreesien unterzogen (vgl. dazu Abschnitt 3.4.1.2.). Von September bis Dezember erfolgten die Pflanzung und eine Kultur von zunächst sechs Wochen bei 15 °C, anschließend bis zur Blüte im April bis Juni bei 20 °C. Es wurden Haltenetze verwendet. Die Autorin führt folgende positive Eigenschaften für die Verwendung von *Freesia laxa* als Schnittblume an: die Pflanzenhöhe von 60 - 70 cm (welche der doppelten Größe der Art am Heimatstandort entspricht [vgl. Abschnitt 3.2.1.]), der Haupttrieb mit acht bis zehn intensiv rot gefärbten Blüten und ein bis zwei Nebentriebe, sowie die Tatsache, dass sich die Blütentriebe in der Vase bis zur letzten Blüte öffnen und jede Blüte 5 - 7 d haltbar ist. Die colchicinbehandelten polyploiden Formen wiesen erhöhte Blütendurchmesser, aber einen geringeren Samenansatz als die diploiden Eltern auf.

Die generative und vegetative Vermehrung von *Freesia laxa* ist so EWALD (1992) problemlos. Bei der generativen Vermehrung wird im Frühjahr nicht zu eng ausgesät (GRUNERT 1990), denn die Jungpflanzen sind recht empfindlich gegenüber Störungen im Wurzelbereich und sollten bis zum Jahr nach der Aussaat nicht verpflanzt werden. Die



Pflanzen blühen bereits im nächsten Jahr (EWALD 1992) bzw. im dritten Jahr (FRANK 1986). Laut BRYAN (2002) neigt die Art bei warmen Kulturbedingungen dazu, sich stark selbst auszusäen. Vegetativ erfolgt die Vermehrung über die Verwendung der Brutknollen, die nach der Dormanz abgenommen und neu aufgepflanzt werden (FRANK 1986).

#### 3.4.1.2. Kultur von *Freesia*-Hybriden

Obwohl die Schnitt- bzw. Topffreesie nicht zu den in der Promotionsarbeit untersuchten Arten/Hybriden gehört, soll doch in diesem Rahmen näher auf die Forschungsergebnisse zu ihren Hybriden eingegangen werden, denn *Freesia x hybrida* ist von der geobotanischen Herkunft der Eltern (Kapländisches Florenreich) her und im taxonomischen Verwandtheitsgrad den untersuchten Arten/Hybriden am nächsten. Der vorhandene Kenntnisstand über sie hat deshalb bei der vorgenommenen Versuchsanstellung Verwendung gefunden. Die handelsüblichen Freesien-Hybriden sind aus der Züchtung mit den Arten *Freesia leichtlinii* KLATT, *F. refracta* KLATT und *F. corymbosa* BROWN (syn. *Freesia armstrongii* WATSON) hervorgegangen (RUPPRECHT 1988). Diese stammen -wie die meisten *Freesia*-Arten (vgl. Abschnitt 3.2.1.)- aus den Winterregengebiet bzw. der Überganszone zwischen Winter- und Sommerregengebiet Südafrikas.

Die Darstellung des Kenntnisstandes zu Produktions- und Wachstumsfaktoren der Schnitt- und Topffreesien aus der Literatur bezieht sich auf die in den Versuchen untersuchten handelsüblichen Sorten. Die Versuchsergebnisse werden in dieser Arbeit aber für eine bessere Übersicht verallgemeinernd dargestellt. Die in den jeweiligen Versuchen untersuchten Sorten (wenn sie denn von den Autoren angegeben wurden) können entweder im Titel des jeweiligen Artikels im Literaturverzeichnis (ab S. 168) bzw. in der Übersicht des Abschnitts 2. im Anhang (S. 186) eingesehen werden.

Ein anderes Mitglied der Iridaceae, nämlich die Gattung *Gladiolus*, weist auch viele Arten auf, die aus Südafrika stammen, und die in die Züchtung der heute verwendeten Schnittgladiolen Eingang gefunden haben. Dazu sei erwähnt, dass viele dieser Arten aus den Sommerregengebieten Südafrikas stammen und so ihr Wachstumsrhythmus deutlich von den hier untersuchten Arten/Hybriden abweicht. Nur in einem geringen Umfang flossen deshalb die Erkenntnisse zu *Gladiolus* in die Versuchsanstellung ein und werden -mit der Erwähnung anderer Geophyten aus Südafrika, die in unser Sortiment Eingang gefunden haben- unter Abschnitt 3.6. beschrieben.

### **i. Anbau von Schnittfreesien**

Eine Pflanzung und somit die Produktion von Schnittfreesien sind zu jeder Jahreszeit möglich, doch eignen sich nicht alle Sorten dazu. Vor allem hinsichtlich der verschiedenen Reaktion gegenüber höheren Temperaturen während des Sommers und gegenüber Lichtmangel während der Wintermonate unterscheiden sich die Sorten (RUPPRECHT 1988), so dass eine sorgfältige Sortenwahl erforderlich ist. Generell erfolgt die Blüte drei bis fünf Monate nach Pflanzung und erstreckt sich dann über zwei bis 3,5 Monate.

*Freesia x hybrida* kann von verschiedenen Krankheiten und Schädlingen befallen werden. Der Befall mit Viren wurde bereits erwähnt, hier handelt es sich meist um das Boh-nengelbmosaikvirus, das Freesienmosaikvirus und das Gurkenmosaikvirus (DOI et al. 1992). Auch die seit langem in den Niederlanden bekannte Krankheit „freesia leaf ne-crosis (FLN)“, die sich durch chlorotische Flecken und Streifen ausschließlich auf den Blättern der Pflanzen äußert, wurde von BOUWEN (1994) mit einem Virus in Verbindung gebracht. Hinsichtlich Mykosen werden Schnittfreesien vor allem von *Fusarium oxy-sporum* und *Botrytis cinerea* befallen („INTERNATIONAL FLOWER BULB CENTRE“ [IBC] undatiert). Als Bakteriose tritt die Bakterien-Knollenfäule (*Pseudomonas marginata*) auf. Schädlinge sind Blattlaus- (Aphidina), Thrips- (Thysanoptera) und Erdraupenarten (*Agrotis*), Knollen- und Wurzelmilben (*Rhizoglyphus*) sowie Trauermücken (Sciaridae).

### **ii. Lagerung und Präparation von Freesienknollen**

Wie bereits in Abschnitt 3.3. beschrieben, durchläuft *Freesia x hybrida*, wie auch die untersuchten Arten/Hybriden, in ihrem jährlichen Wachstumsrhythmus eine Dormanz. Da die Eltern der modernen Schnittfreesiensorten auch aus dem Kapländischen Floren-reich stammen (vgl. Abschnitt 3.1.), können die klimatischen Faktoren, die diese Dor-manz auslösen und überwinden lassen, weitgehend auf ihre Sorten übertragen werden. Bei einer gärtnerischen Kultivierung wird aber zusätzlich versucht, die Wachstums-rhythmen der Freesien möglichst genau zu terminisieren, um eine präzise Kultursteue-rung zu ermöglichen. Dementsprechend gibt es über die Lagerung von *Freesia x hybri-da*-Knollen genaue Angaben, die das Ziel haben, eine Produktion zu jeder Jahreszeit zuzulassen, sowie aus praktischer Sicht den an die Lagerung anschließenden Austrieb der frisch gesetzten Knollen zu garantieren. In diesem Zusammenhang ist es gelungen, bei Freesien durch geeignete Verfahren eine Langzeitlagerung der Knollen ohne zu hohe qualitative Verluste eine Streckung des Anbauzeitraumes zu ermöglichen.

Standardmäßig werden die *Freesia x hybrida*-Knollen nach der Ernte einer „Präparation“ unterzogen. Dazu werden sie 10 - 17 Wochen lang bei 27 - 31 °C und einer relativen Luftfeuchte von 60 - 70 % gelagert. Das entspricht der natürlichen Ruheperiode von drei bis vier Monaten. Durch das Erfüllen dieses Dormanzbedürfnisses wird der Neuaustrieb der Knollen garantiert. Die genaue Dauer dieser Lagerbehandlung hängt von der Sorte sowie der Jahreszeit ab, in der die zu pflanzenden Knollen gewonnen wurden. Bei Knollen aus Frühjahrs- und Sommerpartien ist die Ruhe meist schneller beendet, als bei denen aus Herbst- bzw. Winterpartien (RUPPRECHT 1988), denn wenn wärmere Temperaturen schon beim Wachstum und bei der Ernte vorherrschen, kann bereits dabei ein Teil der Dormanzbedürfnisses erfüllt werden (GILBERTSON-FERRISS et al. 1981a). Die bisherigen Untersuchungen zu den hormonellen Hintergründen der Dormanz bei *Freesia x hybrida* sind im Anhang in Abschnitt 3. (S. 188) einzusehen.

Wird die oben beschriebene Präparation mit einer Aktivierung der Knollen für ein bis drei Wochen bei 13 °C vor der Pflanzung abgeschlossen, so findet die Blattbildung im Apikalmeristem schneller statt und auch die später erfolgende Infloreszenzbildung wird um ein bis zwei Wochen beschleunigt (HORN 1996 und RUPPRECHT 1988), wobei Sorten- und jahreszeitliche Unterschiede ebenfalls Einfluss haben. Diese Aktivierung wird auch als „Trockenkühlung“ bezeichnet (RUPPRECHT 1988).

Eine Langzeitlagerung der Knollen ist möglich, wenn die Knollen nach vier bis sechs Wochen bei 30 °C im Anschluss an die Ernte bei 13 - 15 °C sechs bis neun Monate gelagert werden und im Anschluss erst die oben beschriebene Präparation durchgeführt wird. Dabei kommt es im Lager zum sog. „Verpuppen“ der Knollen (HORN 1996). Es bildet sich hierbei eine neue Knolle aus der alten, die dann abstirbt, ohne dass die Pflanze austreibt. Eine Langzeitlagerung der Knollen für 10 - 12 Monate ist so erreichbar. Der Temperaturbereich für das Verpuppen befindet sich zwischen 9 und 15 °C, aber auch angrenzende Temperaturbereiche (5 - 19 °C) können diese Verpuppung bewirken. Bei LEE et al. (2003a) war die Verpuppungsrate bei 15 °C im Vergleich zu 5 °C und 10 °C am höchsten, wobei die Respirationsrate bei den sich verpuppenden Knollen durchgehend höher war als die der bei 1 °C, 20 °C und 25 °C gelagerten, die sich nicht verpuppten.

Die Methode der Langzeitlagerung über den Weg der Verpuppung hat jedoch Nachteile: RUPPRECHT (1988) berichtet über einen Masseverlust von bis zu 40 % wenn die Knollen neun Monate bei 13 °C gelagert werden. Denn das Verpuppen der Mutterknollen führt

logischerweise zu kleineren neuen Knollen, deren Infloreszenzqualität dann in der Regel schlechter ist. Aus den genannten Gründen wird diese Art von Langzeitlagerung heute kaum mehr durchgeführt. GILBERTSON-FERRISS et al. (1981a) ordnen das Verpuppen als Beispiel eines Prozesses ein, der den Dormanzzustand oder die Unfähigkeit auszutreiben zur Folge hat. Sie vermuten, dass dieses Phänomen als Überlebensmechanismus zu werten ist. Dabei ist die neu gebildete Knolle ebenso dormant wie die Mutterknolle, und ihr Neuaustrieb kann ohne eine Wärmebehandlung nicht erfolgen. Während der Anfangsphase der Verpuppung wurden von LEE et al. (2003b) in den Knollen ein substantieller Anstieg der Respirationsrate, der Ethylenproduktion sowie ein Abfall der Glucosekonzentration festgestellt. Die Autoren vermuten, dass die Produktion des Ethylens den Vorgang, der zur Verpuppung führt, hervorruft und die erhöhte Respirationsrate bzw. der Zuckerabbau den dafür benötigten Energieverbrauch widerspiegelt.

Wesentlich vorteilhafter für eine Langzeitlagerung ist eine Kaltlagerung der Knollen, die RUPPRECHT (1988) als „Hemmen“ bezeichnet. Dabei werden die Knollen gleich nach der Ernte in einen Kühlraum bei 1 - 3 °C eingelagert. Dies kann neun bis 11 Monate lang erfolgen. Die Gewichtsverluste sind hierbei sehr gering, nämlich nur 1,5 % gegenüber 12,7 % bei einer 30 °C-Lagerung, wobei durchaus Sortenunterschiede auftreten (GILBERTSON-FERRISS et al. 1981a). Bei diesen Temperaturen werden die Knollen so RUPPRECHT (1988) inaktiv gehalten, und können der Lagerung jederzeit entnommen und der oben beschriebenen Präparation mit anschließender Aktivierung unterzogen werden (HORN 1996). Auf diese Weise kann für jede Jahreszeit Pflanzenmaterial zur Verfügung gestellt und jeder gewünschte Pflanztermin realisiert werden. Ebenfalls besteht keine Abhängigkeit mehr zu dem Zeitpunkt der Knollernte, da vom Roden der Knollen bis zum Wiederaufpflanzen 16 Monate vergehen können (RUPPRECHT 1988).

Zu beachten ist, dass bei allen erwähnten Lagerungs- und Präparationsverfahren die Luftfeuchte konstant zwischen 60 und 70 % gehalten wird (RUPPRECHT 1988). Bei geringeren Luftfeuchten besteht so der Autor die Gefahr des Vertrocknens oder „Versteinerens“ der Knollen. Bei über 70 % relativer Luftfeuchte kann es zum Austrieb der Wurzeln kommen, was die Qualität der Pflanzen nachteilig beeinflusst.

Im Anschluss an alle beschriebenen Verfahren der Langzeitlagerung muss eine Präparation der Freesienknollen erfolgen. Die Dauer dieser Präparation kann bei Bedarf verkürzt werden. Dazu werden -nach etwa vierwöchiger Lagerung bei 30 °C- die Knol-

len einer zweitägigen Ethylenbehandlung mit einer Konzentration von  $5 \mu\text{l l}^{-1}$  unterworfen. Dies ermöglicht einen besonders frühen Austrieb (HORN 1996) und kann zwei Wochen der Wärmebehandlung ersetzen (IMANISHI und FORTANIER 1983). IMANISHI und BERGHOF (1986) raten ebenfalls eine Behandlung mit Ethylen nach vierwöchiger Lagerung bei  $30^\circ\text{C}$  für die Dormanzbrechung, hier allerdings nur 6 h lang bei einer Konzentration von mindestens  $0,72 \mu\text{l l}^{-1}$ . Bei längeren Ethylenbehandlungen nahm die austriebsfördernde Wirkung ab. Außerdem fanden IMANISHI und BERGHOF (1986) heraus, dass für Knollen, die sechs Monate lang einer Kaltlagerung bei  $2^\circ\text{C}$  unterzogen worden waren, bereits nach dreiwöchiger Lagerung bei  $30^\circ\text{C}$  eine anschließende dreistündige Ethylenbehandlung ausreichend zur Dormanzbrechung war. Die Wirkung des Ethylens bei Freesien wird auf die regelmäßig am Heimatstandort stattfindenden Buschfeuer der Vegetationstypen Fynbos und Renosterveld zurückgeführt (vgl. Abschnitt 3.1). Als ein Hauptbestandteil deren Rauches wurde Ethylen festgestellt (HALEVY 1994).

COCOZZA TALIA (1983) berichtet über eine Verfrühung des Blütezeitpunkt bei Schnittfreesien durch die Behandlung der Knollen mit Gibberellinsäure ( $\text{GA}_3$ ) vor der Pflanzung. In ihren Versuchen war der verfrühende Effekt einer  $\text{GA}_3$ -Behandlung auf den Blühzeitpunkt bei einer Konzentration von 100 ppm bei einer Behandlungstemperatur von  $12^\circ\text{C}$  größer als bei  $5^\circ\text{C}$  bzw.  $18 - 20^\circ\text{C}$ . Außerdem war er bei einer vierwöchigen Behandlung bei  $12^\circ\text{C}$  stärker als bei einer ein- bis dreiwöchigen Behandlung und konnte den Blühzeitpunktes um durchschnittlich vier Wochen verfrühen.

### *iii. Wachstumsfaktor Licht*

Der Einfluss der Tageslänge auf die Entwicklung und Infloreszenzinduktion von Freesien ist umstritten (GILBERTSON-FERRISS 1989) und scheint in jedem Fall geringer zu sein als der der Temperatur (HORN 1996). GILBERTSON-FERRISS (1989) berichtet über die Stimulation der Infloreszenzinduktion durch Kurztag und eine Wachstumsförderung durch Langtag, wobei beide Effekte bei steigenden Temperaturen abnehmen. Unter Kurztagsbedingungen steigt die Anzahl der Blüten pro Blütentrieb und dessen Länge. Dagegen wird unter Langtagsbedingungen die Anthese um 6 - 14 d verfrüht, dabei sinkt aber die Qualität der Blüten. BERGHOF und ZEVENBERGEN (1990) führen an, dass bei einem 8 h-Kurztag die Blattlänge 10 - 15 % kürzer ist als bei einem 16 h-Langtag.

HORN (1996) berichtet ebenfalls, dass Kurztage (8 - 10 h) die Infloreszenzinduktion und -differenzierung fördern. Lange Tage verlängern die Phase des vegetativen Wachstums

und führen zu einer höheren Blattzahl, bevor es zur Infloreszenzinduktion kommt. Der Autor ordnet *Freesia x hybrida* deshalb als quantitative Kurztagspflanzen ein. Dies bestätigt auch RÜNGER (1976), im Besonderen für frühe Stadien der Infloreszenzanlage. Jedoch erwähnt er, dass diese Wirkung nur bei höheren Temperaturen (18 - 21 °C) bestehen würde, und -entgegen der Meinung von GILBERTSON-FERRISS (1989)- ein Unterschied in der Wirkung von Kurz- oder Langtag bei einer Kulturtemperatur 10 - 12 °C kaum noch besteht. Weiterhin führt RÜNGER (1976) an, dass die Tageslänge bei niedrigen Temperaturen auf die Infloreszenzentwicklung keinen Effekt hat, dass aber bei Temperaturen um 20 °C Langtage ihre Entwicklung beschleunigen. Diese unterschiedlichen Aussagen sind nur schwer zu erklären, vor allem da RÜNGER (1976) zusätzlich erwähnt, dass es zwar hinsichtlich der Tageslängenreaktion Unterschiede zwischen den Sorten gibt (die diese unterschiedlichen Ergebnisse erklären könnten), diese Unterschiede gleichwohl gering sind. Andere von GILBERTSON-FERRISS (1989) zitierte Autoren berichten dagegen über eine Interaktion zwischen Photoperiode und Blütenfarbe, und führen dies auf die unterschiedliche Herkunft der für die Züchtung verwendeten Arten innerhalb des Kapländischen Florenreiches zurück.

Die hohen Lichtintensitäten, die am Heimatstandort Südafrika bedingen einen hohen Lichtintensitätsanspruch bei der Anzucht von *Freesia x hybrida* in Europa bzw. Nordamerika, der vor allem während der lichtarmen Wintermonate besteht, damit trotzdem entsprechende Verkaufsqualitäten erreicht werden können (RUPPRECHT 1988). HORN (1996) berichtet, dass der Einfluss der Lichtintensität auf das Blühen der Pflanzen geringer ist als der der Temperatur, jedoch beeinträchtigen Schwachlichtbedingungen die Infloreszenzbildung und auch das vegetative Wachstum. Bei zu geringen Lichtintensitäten kann es zur vollständigen Blütenverkümmern kommen (Englisch: „flower abortion“), wobei die Blütenknospen vertrocknen (DE HERTOOGH und LE NARD 1993). Von dieser physiologischen Störung wird auch bei zu hohen Temperaturen berichtet. Zusatzbelichtung während der Wintermonate erbrachte bei DOORDUIN (1992) eine erhöhte Blütentriebanzahl, eine geringe Blühzeitpunktsverfrühung, sowie eine verbesserte Knollenproduktion, Blütentriebqualität und Blüte, je höher die tägliche Lichtsumme war. Ein Belichtungsbeginn bereits bei 2 cm Triebblänge erbrachte jedoch die gleichen Ergebnisse wie erst bei 15 cm Triebblänge. Eine Belichtung mit bis zu 225 W h<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup> über 16 h d<sup>-1</sup> wirkte sich besser aus als eine höhere Lichtsumme bzw. eine 24 h Belichtung, die eine geringere Blütentriebanzahl sowie zunehmende sichtbare Blattnekrosen zur Folge hatte.

#### ***iv. Wachstumsfaktor Temperatur***

Das aktive Wachstum außerhalb der Dormanz kann bei der Freesie so HORN (1996) zeitlich in vier Phasen unterteilt werden, für die jeweils ein optimales Temperaturregime formuliert wird. Die erste Phase erstreckt sich über drei Wochen bis zur Infloreszenzinduktion und beinhaltet die vegetative Entwicklung, d. h. die Differenzierung der Triebe und der Blätter, welche bei Temperaturen von 15 °C und darüber gefördert wird. In der zweiten Phase sollten dann für mindestens die drei folgenden Wochen 12 - 15 °C eingehalten werden, da hierbei die Infloreszenzanlage am besten verläuft. Bei einer Kulturtemperatur von 12 - 15 °C kann diese sieben bis neun Wochen nach dem Pflanzen abgeschlossen sein. Von der Infloreszenzanlage bis zur Anthese, d. h. in Phase drei, steigern erhöhende Temperaturen (12 - 21 °C) die Pflanzenhöhe, die Anzahl der Einzelblüten pro Infloreszenz und das Knollengewicht. Eine Steigerung der Pflanzenhöhe bei steigenden Temperaturen ist teilweise von den einzelnen Sorten abhängig und tritt nicht immer ein (WULSTER et al. 1989). Phase 4 beinhaltet die Anthese und die Abreife der Knollen, d. h. den erneuten Übergang in den Dormanzzustand.

Laut HORN (1996) ist eine Infloreszenzinitiation erst möglich, wenn die Dormanz bei ausreichend langer Behandlung bei 30 °C überwunden wurde, und kann frühestens zwei Wochen nach dem Pflanzen beginnen. Der Temperaturbereich zur Infloreszenzinduktion ist 5 - 20 °C, hat aber ihr Optimum bei 12 - 15 °C. Bei Temperaturen über 20 °C findet keine Infloreszenzanlage statt oder wird wesentlich verzögert, auch die Seitentriebbildung nimmt dann deutlich ab (RUPPRECHT 1988). Weitere Voraussetzungen für eine befriedigende und schnelle Infloreszenzbildung ist eine ausreichende Größe der Mutterknollen (wie bereits unter 3.3. erwähnt), sowie eine genügende Anzahl von Blättern (sechs bis acht) an der Pflanze. GILBERTSON-FERRISS et al. (1981b) führen den Zusammenhang zwischen Blattanzahl und der photosynthetisch aktiven Blattfläche an, nämlich dass bei einer erhöhten Blattanzahl eine positive Wirkung auf die Knollen- und Infloreszenzentwicklung besteht, weil mehr Blattfläche zur Assimilation bereitsteht. Deshalb sollte die Temperatur bei der Kultur nicht zu früh auf die die Infloreszenzinduktion fördernde Temperatur von 13 °C gesenkt werden. Generell kann bei *Freesia x hybrida* laut GILBERTSON-FERRISS (1989) während der verschiedensten vegetativen Stadien (drei bis 14 Blätter) im Temperaturbereich von 5 - 20 °C die Infloreszenzinitiation erfolgen, dabei bestimmt das Alter der Pflanze beim Zeitpunkt der generativen Umstimmung sowohl die Länge der Induktionsphase, die Zahl der Einzelblüten, die Blü-

tentrieglänge als auch die Anzahl der Seitenblütentriebe. Zu starke Temperaturschwankungen kurz nach der Infloreszenzanlage führen zur sog. Gladiolenblütigkeit (Englisch: „gladiolus bloom“). Dabei entstehen abnormal geformte Blüten sowie Blütentriebe. Auch kann es bei zu hohen Temperaturen während der Infloreszenzentwicklung zu der bereits erwähnten Blütenverkümmern (Englisch: „flower abortion“) (DE HERTOOGH und LE NARD 1993) und zu einem unerwünscht großen Abstand zwischen den Einzelblüten kommen (Englisch: „thumbing“) (HIRAI und MORI 1996).

DE HERTOOGH und MILKS (1990) fanden bei ihren Untersuchungen zur Verwendung von Schnittfreesien als Topfpflanzen heraus, dass sich nach dem Export der bei 30 °C gelagerten Knollen aus den Niederlanden per Flugzeug nach Nordamerika (bei Temperaturen, die wahrscheinlich weit unter 30 °C lagen) eine Wiedereinlagerung der Knollen bei 30 °C zum Aufrechterhalten der Dormanz negativ auf die spätere Entwicklung der Pflanzen auswirkte: Alle untersuchten Sorten, die nach dem Transport drei bis neun Wochen bei 30 °C weitergelagert wurden, brauchten länger bis zur Blüte, blühten gar nicht oder nur ein geringerer Teil der Pflanzen und ihre Pflanzenhöhe stieg um 44 %.

Die Frage, ob eine kühlere Temperaturführung zur Sicherung der Infloreszenzinitiation bei nicht vermeidbar hohen Kulturtemperaturen während der Sommermonate über den ganzen Tag notwendig ist, beantworteten GILBERTSON-FERRISS et al. (1981c). In ihren Versuchen reichte es aus, wenn die Pflanzen 8 h lang am Tage oder während der Nacht bei 13 °C standen, um die Infloreszenzanlage zu sichern. Dabei lag die Temperatur die restliche Zeit bei 24 °C. Zwar wiesen die Freesien, die ganztägig bei 13 °C kultiviert wurden, mehr Einzelblüten und diese eine bessere Qualität auf, doch waren die Blütentriebe, die von Pflanzen stammten, die 8 bzw. 16 h bei 24 °C kultiviert wurden, ebenfalls vermarktungsfähig. Auch war die Zeit von der Pflanzung bis zum Blühbeginn bei allen Temperaturkombinationen nicht signifikant unterschiedlich.

#### **v. Wachstumsfaktor Düngung**

Zu der Düngung von Schnittfreesie gibt es nur begrenzt konkrete Angaben. Allgemein bekannt ist die Tatsache, dass Freesien salzempfindlich sind (RUPPRECHT 1988). Die Nährlösungskonzentration von Flüssigdüngungen oder bei Hydrokulturen soll nicht höher als 0,2 % sein. Als günstiges Verhältnis der Reinnährstoffe N : P : K beschreibt er 1 : 0,35 : 1,8. In der lichtarmen Jahreszeit sollte der Nährstoffgehalt der Böden niedriger sein als im Sommer (100 statt 200 mg l<sup>-1</sup> N, 150 statt 200 mg l<sup>-1</sup> P und 350 statt



700 mg l<sup>-1</sup> K), da die Pflanzen sonst leicht „vergeilen“. RUPPRECHT (1988) führt weiterhin an, dass in wenig aufgedüngten Böden das Anwachsen deutlich besser ist. Befinden sich die Pflanzen dann im vollen Wachstum, kann ihre Entwicklung mit Kopfdüngungen und bedarfsgerechten Flüssigdüngungen unterstützt werden. Zu beachten ist die Auswahl des entsprechenden Phosphordüngers, da Freesien als fluoridempfindlich gelten und es zu Blattverbrennungen kommen kann. Auch berichtet das IBC (2007) von einer Empfindlichkeit von Topffreesien gegenüber Fluoridgehalten in Perlite. Die dadurch verursachte physiologische Störung wird in Englisch als „leaf scorch“ bezeichnet (DE HERTOGH und LE NARD 1993). Die Löslichkeit von Fluorid in Wasser ist vor allem bei zu niedrigen pH-Werten erhöht, so dass diese auch im empfohlenen Bereich gehalten werden sollten.

THOMAS et al. (1998) formulieren aus ihren Versuchen mit in Containern kultivierten Freesien, für die ein Substrat aus Torf und Sand im Verhältnis 3:1 verwendet wurde, folgende Empfehlungen: Über einen Zeitraum von 10 Monaten ist eine Düngung mit 600 - 800 g N m<sup>-3</sup> und mindestens 200 g P m<sup>-3</sup> notwendig, um ein starkes Blatt- und Knollenwachstum sowie eine gute Blüte mit qualitativ hohen Blüentrieben zu sichern. Dieses Verhältnis der Reinnährstoffe N : P entspricht auf die Verhältnisse umgerechnet in etwa den Angaben von RUPPRECHT (1988). Der Effekt der Kalium-Düngung war in ihren Versuchen vor allem von der Verfügbarkeit von Stickstoff abhängig und ihre Empfehlung bei der Kultur von Freesien liegt bei 300 g K m<sup>-3</sup>. In ihren Versuchen wirkte sich Kalium insgesamt wenig auf die Pflanzenentwicklung aus, nämlich nur auf das frühe Blattwachstum. Damit liegen die auf Kalium bezogenen Düngeempfehlungen von THOMAS et al. (1998) im Verhältnis der Reinnährstoffe unter denen von RUPPRECHT (1988).

#### ***vi. Kenntnisstand zur Kultur von Topffreesien***

Die farbenfrohen und duftenden Blüten, die energiegünstige Produktion, ein Habitus der eine effiziente Flächenutzung erlaubt und das Attribut einer Neuheit sprechen für eine Topfkultur der Freesie (WULSTER et al. 1989). Sie wird vom IBC (undatiert) als schwer bezeichnet und auf Grund dieser Schwierigkeit nur selten betrieben, wobei die Haltbarkeit im Innenraum mit drei bis vier Wochen als gut eingestuft wird. Die Kulturanprüche sind ähnlich wie bei Schnittfreesien. Die Knollen werden hier nur 2 - 3 cm tief gepflanzt mit drei bis fünf Stück pro Topf. Die Präparation erfolgt wie bei Schnittfreesien (DE HERTOGH und MILKS 1990).

Eine Wachstumsregulation ist bei der Verwendung der Sorten notwendig, die auch für die Schnittblumenkultur genutzt werden, da diese ein zu ausgeprägtes Längenwachstum für eine attraktive Präsentation im Topf aufweisen (WULSTER et al. 1989), obwohl eine gewisse Stabilisierung der zum Umknicken neigenden Blätter bzw. Triebe auch mit dem sog. „Freesienring“ realisiert werden kann (BRØNDUM 1989). Die Hemmstoffbehandlung erfolgt laut IBC (undatiert) mit Ancymidol (Wirkstoff:  $\alpha$ -Cyclopropyl- $\alpha$ -(4-methoxyphenyl)-5-pyrimidinmethanol, nicht mehr in Deutschland zugelassen). Bei WULSTER und GIANFAGNA (1991) ergab eine Konzentration von 3 mg in je 100 ml Wasser, die für jeden Topf mit ca. 1,5 l Substrat gegossen wurde, eine Reduzierung der Blatt- und Blüentriebhöhe der fünf pro Topf gepflanzten Knollen um mehr als 50 % sowie eine Verzögerung der Anthese um 9 d. In den Versuchen von WULSTER et al. (1989) nahm die Wirksamkeit von Ancymidol bei steigenden Kulturtemperaturen ab.

DE HERTOOGH und MILKS (1990) bevorzugten als Wachstumsregulator Paclobutrazol (Wirkstoff:  $\beta$ -[(4-chlorphenyl)-methyl]- $\alpha$ -(1,1-dimethylethyl) 1*H*-1, 2, 4-triazol-1-äthanol, nicht mehr in Deutschland zugelassen), da in ihren Versuchen Ancymidol für 40 % der untersuchten Sorten phytotoxisch war. Die Autoren empfehlen, die Knollen vor dem Pflanzen 1 h lang in einer Paclobutrazollösung mit einer Konzentration von 200 ppm zu tauchen oder pro Topf mit 15 cm Durchmesser und fünf bis sechs Knollen 5 mg Paclobutrazol bei 4 cm Blattlänge zu gießen. Bei der ersten Behandlung sollte darauf geachtet werden, dass sie nach der Aktivierung der Knollen (drei bis vier Wochen bei 13 °C nach der Präparation) erfolgt, sonst nimmt die Anzahl der blühenden Pflanzen erheblich ab.

Eine Wachstumsregulation konnte bei STARTEK und ZURAWIK (2005) auch über das Spritzen von Ethepon (Wirkstoff: 2-Chloräthanphosphonsäure, in Deutschland noch bis Ende 2016 zugelassen) erreicht werden. Mit einer Konzentration von 125 - 250 mg l<sup>-1</sup> verzögerte sich die Anthese etwas, doch verbesserte sich die Qualität und die Haltbarkeit der Pflanzen. Spritzungen mit Chlormequat (Wirkstoff: (2-Chloräthyl)-trimethylammoniumchlorid, in Deutschland bis Ende 2013 zugelassen) und Daminozid (Wirkstoff: 2,2-Dimethylaminobornsteinsäurehydrazid, in Deutschland nicht mehr zugelassen) zeigten sich bei BERGHOF und ZEVENBERGEN (1990) nicht wirksam zur Wachstumshemmung. Dies bestätigt auch BRØNDUM (1989), da bei der Verwendung von Ethepon oder Chlormequat entweder die Qualität der Pflanzen verringert oder der Effekt auf die Reduzierung der Pflanzenhöhe zu gering war.

Eine Reduktion der Pflanzenhöhe ließ sich in den Versuchen von BERGHOF und ZEVENBERGEN (1990) durch bestimmte Temperaturbehandlungen erreichen, jedoch war diese in der Regel nicht ausreichend für einen vollkommenen Verzicht auf Wachstumsregler. So wurde nach der 30 °C-Lagerung der Knollen die sonst drei Wochen dauernde Aktivierung vor dem Pflanzen bei 13 °C auf sechs bis sieben Wochen verlängert. Dies führte zu einer signifikanten Reduzierung der Pflanzenhöhe um 30 - 35 cm. Nachteile dieser Temperaturbehandlung waren, dass die Blütenanzahl pro Ähre auf sechs bis sieben und die Zahl der blühenden Seitenähren allgemein reduziert wurden. Weiterhin war auch die Haltbarkeit der Pflanzen aus dieser Behandlung mit 7 - 10 d zu kurz.

Eine verringerte Pflanzenhöhe, eine Verfrühung der Anthese, sowie geringere Trieb- und Blütentrieglängen wurde von WULSTER et al. (1991) über eine weitere Temperaturbehandlung vor der Pflanzung erreicht, nämlich mit einer Kühlagerung der Knollen nach erfolgter Präparation bei 5 °C für eine Dauer von vier Wochen. Dabei traten Sortenunterschiede auf, wobei die Längenreduzierung bei von Hause aus niedrigeren Sorten schwächer war als bei Sorten, die an sich starkwüchsig waren. Die Reduzierung des Längenwachstums bei allen Sorten war auch ohne die zusätzliche Behandlung mit Ancymidol signifikant, doch in Kombination konnte die Pflanzenhöhe bei den starkwüchsigen Sorten um über 50 % reduziert werden. Eine um 20 d verfrühte Anthese wurde bei einer vierwöchigen Kühlung bei 5 °C im Vergleich zu den ungekühlten Pflanzen festgestellt, die eine Ancymidolbehandlung erhalten hatten. Bei allen Sorten kamen die Pflanzen schneller zur Blüte, die bei 20 °C tags und 15 °C nachts (statt tags und nachts bei 11 °C) gehalten wurden, vorher vier bis sechs Wochen bei 5 °C gekühlt waren und nicht mit Ancymidol behandelt wurden. Da sowohl die beschriebene Kaltlagerung als auch eine Ancymidolbehandlung die Pflanzenhöhe von Freesien reduzieren, erstere Behandlung aber zu einer Verfrühung der Anthese und letztere zu einer Verzögerung derselben führt, lässt WULSTER et al. (1991) vermuten, dass mehrere unterschiedliche Mechanismen für die Reduzierung des Längenwachstums verantwortlich sein müssen.

Aber auch hohe Lichtintensitäten können die Pflanzenhöhe von Freesien reduzieren. Bei BERGHOF und ZEVENBERGEN (1990) waren Pflanzen, die im Gewächshaus unter natürlichen Lichtbedingungen  $105 \text{ W h}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  erhielten rund 20 - 30 cm länger als Pflanzen, die in der Klimakammer bei  $280 \text{ W h}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  oder natürlicheren Lichtbedingungen im Gewächshaus bei  $500 \text{ W h}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  kultiviert wurden.

Letztendlich wurden auch züchterische Anstrengungen unternommen, um für die Topfkultur von Freesien geeignetere Sorten, als die in der Schnittblumenkultur verwendeten, zur Verfügung zu stellen, deren Längenwachstum allein mit den erwähnten Wachstumsregler- und Temperaturbehandlungen zu „bremsen“ ist. STARTEK (2002) untersuchte die speziell für die Topfkultur gezüchtete 'Easy Pot' Freesien. Ihre Ansprüche an die Präparation sind mit denen der Sorten, die für die Schnittblumenkultur verwendet werden, zu vergleichen. Sie zeigten sich gegenüber hohen Temperaturen als recht unempfindlich. Nach erfolgter Präparation (14 Wochen bei 28 - 30 °C) fingen sie auch bei wärmerer Kulturführung (18 - 30 °C) bereits neun Wochen nach der Pflanzung an zu blühen. Sie zeigten die beste Wuchsleistung bei einer Düngung mit Osmocote Plus 5-6M in einer Konzentration von 5 g l<sup>-1</sup> Substrat im Vergleich zu der Düngung mit handelsüblichem Mehrnährstoffdünger oder einer wöchentlichen Flüssigdüngung.

### **3.4.2. *Sparaxis*-Hybriden**

#### **3.4.2.1. Kultur von *Sparaxis*-Hybriden**

In ihrer Heimat in Südafrika werden die für das Promotionsverfahren verwendeten Hybriden als Frühjahrsblüher für die Bepflanzung von Beeten verwendet und selten in Töpfen angetrieben verkauft. In Europa wird *Sparaxis* meist zur Schnittblumengewinnung genutzt (vgl. dazu die in 3.2.2 beschriebenen Züchtungen von HORN (1962a)). Darüber hinaus eignen sie sich für die Verwendung in Blumenbeeten im Freiland (KAPCZYŃSKA und PISKORNIK 2003a und GRUNERT 1990). BRYAN (2002) beschreibt die Kultur von *Sparaxis* als einfach, das IBC (undatiert) klassifiziert *Sparaxis* als gut geeignet für die Verwendung in Staudenbeeten und Containern. Die Eignung der in Holland üblichen Hybriden als Topfpflanze wird als schlecht eingestuft (IBC undatiert).

Zu den Ansprüchen von *Sparaxis* an das Substrat bzw. den Boden gibt es kaum Angaben. Laut IBC (undatiert) haben die Hybriden dieser Gattung keine Ansprüche an ein besonderes Substrat. WILKINS (1989) empfiehlt einen gut vorbereiteten Lehmboden mit guter Drainage, in den die Pflanzen 5 - 10 cm tief und mit 5 cm Abstand gepflanzt werden. Im Freiland werden die Knollen in weitgehend frostfreien Gebieten (bis -2 °C mit vorhandenem Winterschutz laut IBC (undatiert)) für eine Frühjahrsblüte im Herbst gesetzt, ansonsten erst im Frühjahr. Diese Knollen blühen dann erst im Sommer. Laut BRYAN (2002) bevorzugt *Sparaxis* einen gut drainierten, lehmigen Boden, obwohl sie auch auf vielen anderen Böden gut gedeiht. Der Autor empfiehlt eine Pflanzung in 5 cm

Tiefe und im Abstand von 8 - 10 cm in Gruppen von 25 oder mehr. Bis zur Blüte sollen die Knollen gleichmäßig feucht gehalten werden, für ihr Ausreifen im Spätsommer dagegen trocken. Diese Bewässerungsempfehlung gibt auch INNES (1985). GRUNERT (1990) empfiehlt für die Schnittblumengewinnung ein Setzen von wenigen Knollen in Töpfe mit 8 cm Durchmesser bzw. von 10 bis 12 Knollen in Töpfe mit 15 cm Durchmesser in nährstoffreiches, sandig-lehmiges Substrat, mit späterem Einsatz von Haltenetzen. Der Autor empfiehlt, die Knollen erst zu gießen, wenn der erste Trieb erscheint, damit sie ein gutes Wurzelsystem ausbilden.

Die Düngung von *Sparaxis* sollte im Freiland bei Sämlingen drei Monate vor der Ernte und bei Brutknollen bevor gelegt bzw. gemulcht wird erfolgen, wenn die Pflanzung in frostfreien Gebieten wie Holland im November stattfindet und die Pflanzen erst im Frühjahr austreiben (DE HERTOOGH und LE NARD 1993). Dabei sollte laut GRUNERT (1990) beim Legen 50 - 60 g m<sup>-2</sup> mineralischer Dünger gegeben werden, und zwar beim Setzen der Knollen in einer Zusammensetzung von N : P : K = 1 : 1,5 : 4 und vor dem Austrieb erneut in einer Zusammensetzung von N : P : K = 3 : 1 : 4. Außerdem wird im Freiland dem Boden alle vier Jahre Humus zugesetzt (GRUNERT 1990). FRANK (1986) führt an, dass bei einer Kultur in Töpfen und Schalen während des Wachstums mehrmals flüssig gedüngt werden kann.

Die Untersuchungen von SCAGEL (2004) an *Sparaxis tricolor* ergaben, dass die Inokulation der Pflanzen mit einem Mykorrhiza-Pilz den Austrieb um zwei Tage und die Anthese um sieben bis acht Tage verfrühte, sowie die Zahl der Blüten pro Infloreszenz und pro Pflanze steigerte. Außerdem wiesen die Knollen von inokulierten Pflanzen höhere Gehalte an Zink, Schwefel, Stickstoff, Aminosäuren und Kohlenhydraten als die nicht inokulierten Pflanzen auf. Es konnte somit ein wachstums- und ertragsfördernder Effekt der Mykorrhiza-Pilz-Anwendung auf *Sparaxis tricolor* festgestellt werden.

Laut BRYAN (2002) ist *Sparaxis* nicht sehr anfällig gegenüber Krankheiten und Schädlingen. Hauptprobleme während der Kultur ergeben sich durch zu schwere Böden und zu reichliche Bewässerung während des Abreifens und der Dormanz der Knollen. DE HERTOOGH und LE NARD (1993) sowie HORN et al. (1989) führen an, dass *Sparaxis*-ähnlich wie *Freesia x hybrida*- gegenüber *Fusarium oxysporum* sowie gegenüber *Rhizoctonia solanii* anfällig ist. BELLARDI et al. (1990) stellten den Befall von *Sparaxis*-Kultivaren mit dem Bohnengelbmosaikvirus fest.

Hinsichtlich ihrer Verwendung als Schnittblume fanden KAPCZYŃSKA und PISKORNIK (2003b) für *Sparaxis tricolor* heraus, dass die Einzelblüten eine geringe Haltbarkeit haben (3 - 4 d) und dass diese auch kaum durch Silberthiosulfatbehandlungen (0,2 mM für 24 h) verlängert werden konnte. Die von den Autorinnen gemessene geringe produzierte Menge an Ethylen während der Entwicklung der Blüten belegte, dass *Sparaxis tricolor* zu den nicht-klimakterischen Pflanzenarten gehört. Einige Selektionen von *Sparaxis*-Hybriden in den Versuchen von HORN et al. (1989) wiesen eine Haltbarkeit von 5 - 6 d als Schnittblumen auf.

#### 3.4.2.2. Vermehrung

Die Vermehrung von *Sparaxis* erfolgt ähnlich wie bei *Freesia*, d. h. sowohl vegetativ (über Brutknollen sowie in vitro) und generativ über Samen. INNES (1985) hebt das schnelle Erreichen der Blühreife nach der Aussaat hervor. FRANK (1986) gibt an, dass die Sämlinge drei Jahre bis zur Blühfähigkeit benötigen, BRYAN (2002) dagegen nennt ein bis zwei Jahre. Samen werden i. d. R. aus Südafrika bezogen und dann in Nord-europa im Frühjahr bei frostfreien Bedingungen im Freiland ausgesät (im April in Holland), wobei 700 g Samen pro 100 m<sup>2</sup> verwendet werden (DE HERTOOGH und LE NARD 1993). Die Temperatur sollte während des Wachstums der Sämlinge nicht über 25 °C steigen, da sonst frühzeitig die Dormanz eingeleitet wird.

Obwohl nach Hinweisen von DE HERTOOGH und LE NARD (1993) Sparaxissamen nur in einem recht engen Temperaturfenster keimen und eine Keimung bei 15 - 17 °C die besten Ergebnisse erzielt, wurden Keimfähigkeitsversuche bei KAPCZYŃSKA und PISKORNIK (2003a) bei 20 °C mit Erfolg durchgeführt. HORN et al. (1989) empfehlen, die Aussaaten drei bis vier Wochen bei 17 ± 1 °C dunkel zu halten. Die Untersuchungen von KAPCZYŃSKA und PISKORNIK (2003a) ergaben, dass auch bei einer 27 Monate langen Lagerung bei 20 °C nach der Ernte, die Samen von *Sparaxis tricolor* immer noch eine Keimfähigkeit von über 60 % aufwiesen. Dabei beeinflusste die Dauer der Lagerung nicht die Zeit von der Aussaat bis zur Keimung. Die Keimfähigkeit hing vielmehr von der Samengröße ab und war bei Samen mit einem Durchmesser von 2,5 mm am Besten und bei den kleinsten Samen am Schlechtesten. Erstere produzierte innerhalb einer Vegetationsperiode die größten Knollen. Die beste Keimfähigkeit wurde bei den Samen festgestellt, die bei 10 °C oder 15 °C gelagert wurden, und die schlechteste bei denen, die bei 5 °C gelagert wurden.

Brutknollen, die zur Produktion blühfähiger Ware bestimmt sind, müssen vor der Pflanzung bei 25 °C und 80 % relativer Luftfeuchte gelagert werden. Einen Monat vor der Pflanzung (gewöhnlich im Frühjahr) wird diese Temperatur auf 17 °C gesenkt. Es werden 15 - 20 l Brutknollen pro 100 m<sup>2</sup> gesteckt, die Ernte erfolgt im Juli und August. Vermarktungs- und blühfähige Knollen müssen einen Mindestumfang von 3,5 cm haben (DE HERTOGH und LE NARD 1993). Bei *Sparaxis bulbifera* werden zusätzlich in den Achseln der Stengel oberhalb des Bodens Brutknollen gebildet (vgl. Abb. 17) (MANNING et al. 2002). Diese bilden sich auch bei einigen der aus Kreuzungen mit dieser Art entstandenen Hybriden, und werden auch für die vegetative Vermehrung verwendet.



Abb. 17: Achselständige Brutknollen bei *Sparaxis*-Hybriden (Foto EHRICH, 29.01.07)

Neben der vegetativen Vermehrung durch Brutknollen kann *Sparaxis* auch erfolgreich in vitro vermehrt werden. Dies untersuchten HAUSER und HORN (1991) und fanden heraus, dass die meisten Knollen an jenen Sämlingen gebildet wurden, die bei 12 - 16 °C acht bis 12 Wochen lang auf einem Medium mit einer Saccharose-Konzentration von 100 g l<sup>-1</sup> (diploide Hybriden) bzw. 60 g l<sup>-1</sup> (tetraploide Hybriden) kultiviert worden waren. Nach Überführung der Jungpflanzen in die Klimakammer, wurden die Knollen bei 25 °C innerhalb von vier Wochen gebildet. Dieses Verfahren wurde von den Autoren auch erfolgreich auf Triebe von in vitro vermehrten Züchtungsklonen übertragen.

#### 3.4.2.3. Wachstumsfaktor Temperatur

DE HERTOGH und LE NARD (1993) berichten, dass die Ergebnisse der bisher zu *Sparaxis* durchgeführten Untersuchungen viele Parallelen zu den Kulturansprüchen von *Freesia* zeigen. Die Lagerung der Knollen kann, so die Autoren, über einen längeren Zeitraum

bei 25 - 26 °C erfolgen. Dabei sollte die relative Luftfeuchte bei rund 85 % liegen. Auch das IBC (undatiert) empfiehlt eine Lagerung bei 20 - 25 °C. Laut HORN et al. (1989) sollte die Lagerung mindestens 10 Wochen lang dauern. Wird sie länger als fünf Monate durchgeführt, fangen die Knollen an, wieder auszutreiben. Bei 2 °C ist ebenfalls eine Langzeitlagerung möglich (HORN et al. 1989). Vor dem Pflanzen sollte ähnlich wie bei Freesien eine Trockenkühlung der Knollen bei 13 °C über eine Dauer von zwei bis vier Wochen durchgeführt werden (DOLE 2003). Diese führt zu einer Aktivierung der Knollen, fördert das Wachstum, verfrüht die Blüte und erhöht geringfügig die Blütentriebanzahl, obwohl die Blütentrieblänge leicht abnimmt (HORN et al. 1989).

Das Temperaturregime nach der Pflanzung wirkt sich auf das Blühen aus. Werden in den ersten sechs Wochen nach dem Pflanzen 16 °C statt 13 - 14 °C gegeben, fördert dies zwar das vegetative Wachstum, wirkt sich aber nachteilig auf die Infloreszenzanlage und auf die Blütenanzahl aus (HORN et al. 1989). Bei einer durchgeführten Trockenkühlung der Knollen und anschließender Kultur bei 13 °C für mindestens sechs Wochen kann bei einer Pflanzung im Dezember mit der Blüte im März gerechnet werden. Eine Kultur bei 16 °C im Vergleich zu 13 °C in den ersten sechs bis sieben Wochen nach der Pflanzung vergrößerte den Abstand zwischen den Einzelblüten eines Blütenstandes der untersuchten Hybriden von durchschnittlich 18 mm auf 26 mm (HORN et al. 1989).

#### 3.4.2.4. Wachstumsfaktor Licht

Das IBC (undatiert), BRYAN (2002) und INNES (1985) empfehlen für *Sparaxis* einen vollsonnigen Standort im Freiland. Darüber hinaus berichten HORN et al. (1989) von einer Beeinflussung des Wachstums und der Entwicklung von *Sparaxis* durch die Tageslänge und die Lichtintensität. So ergaben ihre Versuche, dass ein 8 h-Kurztag die Entwicklung der Pflanzen verlangsamt, aber ein 24 h-Langtag das Abortieren der Blüten zur Folge hat (selbst bei einer Kultur bei 17 °C) und das vegetative Wachstum fördert. Weiterhin konnten die Autoren zeigen, dass bei einem 8 h-Kurztag bei einer Kultur bei 13 °C mehr Blütentriebe gebildet wurden als bei 17 °C. Auch der Abstand zwischen der ersten und zweiten Blüte der Infloreszenz wird durch die Tageslänge beeinflusst. So fanden HORN et al. (1989) heraus, dass bei einem 8 h-Kurztag der Abstand zwischen der ersten und zweiten Blüte im Mittel 26 mm beträgt, bei einem 11 h-Kurztag nur 20 mm.

Nicht ganz eindeutig waren die Ergebnisse von HORN et al. (1989) hinsichtlich der Belichtungsintensität und -dauer. In den meisten Fällen förderten hohe Lichtintensitäten



die Anzahl der angelegten Blüten sowie die Blütenstandsqualität, und geringe Lichtintensitäten führten zu einer geringen Zahl angelegter Blüten und zu einer hohen Rate an Blütenverkümmern. Außerdem erhöhten geringe Lichtintensitäten generell die Blütentrieblänge. Nach HORN (1962a) wird die Blütenzahl je Infloreszenz bei *Sparaxis* nur in sehr geringem Ausmaß genetisch beeinflusst, entscheidend sind vielmehr die Kulturbedingungen.

### 3.4.3. *Tritonia deusta* und *Tritonia securigera*

Zu den Kulturansprüchen von *Tritonia deusta* und *T. securigera* gibt es in der Literatur von allen hier untersuchten Pflanzenarten die wenigsten Angaben. Die verfügbaren Hinweise sind immer allgemein auf die Gattung *Tritonia* bezogen oder aber auf die Schnittblumenkultur von *T. crocata*- und *T. squalida*-Hybriden in Europa. Einige Angaben finden sich auch zur Bepflanzung von Beeten im Freiland, die wenigsten jedoch zur Topfkultur. Allgemein wird die Kultur von *Tritonia*-Arten als einfach und unproblematisch eingestuft (IBC undatiert und INNES 1985). Die Haltbarkeit als Schnittblumen (vor allem *Tritonia crocata* 'Orange Delight') wird als sehr gut beschrieben (FRANK 1986 und GENDERS 1973). Das IBC (undatiert) beschreibt die Topfkultur und die Treiberei von *Tritonia crocata* 'Orange Delight' als einfach, die Haltbarkeit der Pflanzen aber als nicht sehr lang. DUNCAN (2006) berichtet über eine häufige natürliche Hybridisierung von *Tritonia deusta* mit *T. crocata* und *T. squalida* bei gemeinsamer Kultur.

Die Lagerung der *Tritonia*-Knollen soll nach Empfehlungen des IBC (undatiert) bei 22 - 25 °C vorgenommen werden. GRUNERT (1990) gibt an, dass bei einer Lagerdauer über drei bis vier Monaten Temperaturen von 25 - 30 °C optimal sind. Bei fünf- bis sechsmonatiger Lagerung werden zunächst 20 °C und 3 Monate vor der Pflanzung 25 - 30 °C empfohlen. Der Autor erwähnt außerdem die Möglichkeiten einer Langzeitlagerung der Knollen ähnlich wie bei Freesien, nämlich sieben bis 14 Monate lang bei 2 °C und während der 3 Monate vor der geplanten Pflanzung bei 25 - 30 °C. Ebenfalls mit der Kultur von Freesien vergleichbar ist die vom IBC (undatiert) empfohlene Aktivierung der Knollen vor der Pflanzung durch eine Lagerung bei 9 - 13 °C über einen Zeitraum von vier Wochen. Die Knollen für die Produktion blühfähiger Ware sollten einen Umfang von mindestens 3 - 4 cm haben (IBC undatiert), größere Knollen treiben aber mehr Blütentriebe und blühen rund zwei Wochen eher (GRUNERT 1990).

Für die Pflanztiefe der Knollen gibt es unterschiedliche Aussagen. Angegeben werden 2 cm (DUNCAN 2006) bis 6 cm (INNES 1985). Die Pflanzung sollte außerdem in einem Abstand von 3,5 - 10 cm erfolgen (GRUNERT 1990, GENDERS 1973 und IBC undatiert) bzw. mit fünf Knollen in einem Topf mit einem Durchmesser von 9 cm (IBC undatiert), wofür die verschiedensten Böden und handelsübliche Topfsubstrate geeignet sind. BRYAN (2002) erwähnt, dass *Tritonia*-Arten zwar auch auf armen Böden wachsen, hier aber nur wenig blühen, und eine Düngung in diesem Fall die Blütenanzahl deutlich steigert. INNES (1985) rät zu einem nährstoffreichen Boden mit viel Humus. GRUNERT (1990) empfiehlt sandig-lehmige Heideerde und DUNCAN (2006) eine Mischung aus gleichen Teilen Sand, Lehm und Topfsubstrat. Letzterer rät auch zu einer Düngung während der Wachstumsphase. Bei der Produktion von blühfähigen Knollen für die Schnittblumenkultur, die mit 10 cm Abstand gelegt werden, berichtet GRUNERT (1990) von der Ausbringung von 30 g m<sup>-2</sup> Mineraldünger im Verhältnis N : P : K = 1 : 1,5 : 4 vor der Pflanzung im November. Im Frühjahr sollte dann noch die Ausbringung von 15 - 20 g m<sup>-2</sup> Kalkammonsalpeter erfolgen, um das vegetative Wachstum zu fördern.

Die Bewässerung erfolgt nach der Pflanzung zunächst zurückhaltend und ist eigentlich erst nach dem Austrieb notwendig (GRUNERT 1990). Während der Hauptwachstumsphase sollte dann aber ausreichend gegossen werden (BRYAN 2002 und GRUNERT 1990) bis der Übergang in die Ruhephase beginnt und sich darin ankündigt, dass die Pflanzen beginnen einzuziehen. Da die Pflanzen an ihrem Heimatstandort oft erst während dieser Phase des Übergangs in die Dormanz blühen, empfiehlt DUNCAN (2006) gezielt bis zur Blüte gut zu wässern, um das Laub der Pflanzen attraktiv grün zu halten.

BRYAN (2002) beschreibt *Tritonia*-Arten als nicht frosttolerant. Auch INNES (1985) empfiehlt, eine Minimumtemperatur 10 °C bei der Kultur einzuhalten, obwohl viele Arten kühlere Temperaturen und leichte Fröste durchaus vertragen. GENDERS (1973) rät zu einer Kultur bei 5 - 7 °C. Für die Schnittblumen- bzw. Topfkultur werden vom IBC (undatiert) 13 - 14 °C und von GRUNERT (1990) rund 10 °C empfohlen, wobei beide betonen, dass an trüben Tagen das Gewächshaus gar nicht geheizt werden soll (unter holländischen Bedingungen) bzw. nur 3 - 4 °C warm sein sollte. An sonnigen Tagen kann laut IBC (undatiert) die Temperatur auf 17 - 18 °C ansteigen. Allgemein wird von DUNCAN (2006) ein möglichst heller bzw. sonniger Standort für *Tritonia*-Arten empfohlen. Laut IBC (undatiert) weisen Pflanzen an einem sonnigen Standort mehr Einzelblüten auf.

Als Pflanzzeitpunkt wird vom IBC (undatiert) für Holland Januar bis Februar für eine Blüte im Mai genannt. Im Mai kann für eine Blüte im September gepflanzt werden. Im Freiland erfolgt je nach Klima und Abklingen der Fröste eine Pflanzung im März bis April für eine Blüte im August (Angaben des IBC für Holland). GRUNERT (1990) empfiehlt für die Schnittblumenkultur unter Glas die Pflanzung im November für das Einsetzen des Flors im April bzw. Mai. Bei der Schnittblumenproduktion werden die Stiele geschnitten, sobald die untersten Knospen Farbe zeigen (GRUNERT 1990).

DUNCAN (2006) erwähnt eine moderate Anfälligkeit der Arten dieser Gattung gegenüber Krankheiten und Schädlingen im Vergleich zu anderen südafrikanischen Gattungen der Iridaceae. Der Autor berichtet über einen möglichen Befall der Knolle und des Blattgrundes mit Wollläusen (Coccidae) und der Blütenknospe mit Thripsen (Thysanoptera). Letzteres kann zur Blütendeformation führen. Außerdem erwähnt der Autor, dass die Blütenknospen und Blätter durch Läuse und bei höheren Temperaturen die Blätter auch von Spinnmilben befallen werden. Bei kühleren Kulturtemperaturen und hohen Luftfeuchten kann es bei *Tritonia deusta* so DUNCAN (2006) zum Befall mit einem Rostpilz kommen. Möglicherweise handelt es sich dabei um den von MCKENZIE (2000) an *Tritonia* festgestellten Rostpilz *Uromyces transversalis*, der ursprünglich aus Südafrika stammend inzwischen auch in anderen Teilen Afrikas sowie in Südamerika, Europa und Australien nachgewiesen wurde. Auch an *Tritonia securigera* kommt dieser Rostpilz vor (MCKENZIE 2000). Jedoch auch andere südafrikanische Rostpilze befallen Mitglieder der Iridaceae. Darüber hinaus kann an den Knollen aller *Tritonia*-Arten *Botrytis* auftreten, was sich durch rot-braune Läsionen an den Knollen manifestiert (DUNCAN 2006). Weiterhin berichten BELLARDI et al. (1990) über den Befall von *Tritonia* durch das Bohnengelbmosaikvirus.

Die Vermehrung von *Tritonia*-Arten kann sowohl vegetativ über Brutknollen als auch generativ über Samen erfolgen. Für eine Brutknollengewinnung wird vorsichtig und mit Blättern geerntet, damit nicht zu viele Brutknollen verloren gehen. Nach der Trocknung werden die Brutknollen abgenommen und nach erfolgter Lagerung während der Dormanz bis zum Erreichen der Blühreife (meist im zweiten Jahr) weiter kultiviert (DUNCAN 2006 und GRUNERT 1990). Samen können bei Temperaturen knapp über 0 °C ausgesät werden, möglichst im Frühjahr (BRYAN 2002). Sämlinge erreichen die Blühreife in zwei (DUNCAN 2006 und BRYAN 2002) bzw. drei bis vier Jahren (GENDERS 1973).

#### **3.4.4. Bedeutung der untersuchten Arten/Hybriden in Deutschland bzw. Europa und in Südafrika**

Wie aus den relativ allgemein formulierten Ausführungen zu den Ansprüchen der untersuchten Pflanzenarten/Hybriden in den Abschnitten 3.4.1. bis 3.4.3 hervorgeht, ist ihre wirtschaftliche Bedeutung in Deutschland bzw. Europa bisher gering. Selbst bei den vergleichsweise gut untersuchten *Sparaxis*-Hybriden gibt es nach DE HERTOGH und LE NARD (1993) keine Angaben zu den Produktionszahlen. In Deutschland sind *Sparaxis* in Form von Knollen für die Beetkultur in Gartencentern erhältlich, ihre Qualität und Größe lässt jedoch oft zu wünschen übrig. Alle untersuchten Arten/Hybriden sind in auf Geophyten spezialisierten Gärtnereien in Deutschland oder anderen Ländern Europas erhältlich, meist in Großbritannien, da die milden Winter in einigen Gebieten Englands eine mehrjährige Kultur der untersuchten Arten im Freiland ermöglichen. Bezugsquellen in Deutschland sind z. B. Küpper Blumenzwiebeln (Eschwege), Kiepenkerl (Everswinkel), Stauden Gärtnerei Bornhöved und Friesland Staudengarten (Jever Rahrdum).

Angaben zu den Produktionszahlen für die untersuchten Arten/Hybriden in Südafrika gibt es nicht. Sie werden in der Regel während der Dormanz verkauft. Mit Ausnahme der „New Plant Nursery“ handelt es sich hierbei meist um Betriebe, die sich auf die Produktion und Züchtung von Knollen- und Zwiebelpflanzen spezialisiert haben.

#### **3.5. Zierpflanzenbau in Südafrika**

Der Zierpflanzenbau in Südafrika ist hauptsächlich für seine Produktion von Proteaceen bekannt, für deren Frisch- und Trockenware er der weltweite Hauptlieferant neben Simbabwe, Neuseeland, Australien, USA und Spanien ist. Rund 350 südafrikanische Anbauer produzieren Proteen auf ca. 4200 ha, wobei 70 % der produzierten Ware exportiert wird, im Wesentlichen in die Niederlande (PIZANO 2003). Der Exportwert liegt bei 6 Mio. US \$ für 2002 (KRAS 2003a) bei einem Volumen von 2.500.000 kg Frischprodukten und 1.374.000 kg Trockenware (COETZEE und LITTLEJOHN 1995). Ein großer Teil der Fynbos-Produkte, die neben *Protea*, *Leucospermum* und *Leucadendron* auch *Erica*, *Berzelia* und *Brunia* umfassen, werden noch in der Wildbahn geerntet (KRAS 2003b), dies geschieht mehr oder weniger kontrolliert.

Aber auch handelsübliche Schnittblumen und Topfpflanzen sowie Zwiebel- und Knollenpflanzen werden in Südafrika für den heimischen Markt und den Export

produziert. Die International Association of Horticultural Producers (AIPH) schätzt, dass dafür rund 700 ha Freilandfläche und 350 ha geschützte Anbaufläche von rund 900 Betrieben bewirtschaftet wird, deren Produktion einen Wert von rund 69 Mio. € hat (HEINRICHS 2006). Von der produzierten Ware wurden im Jahr 2004 Schnittblumen im Wert von 20 Mio. € und Topfpflanzen im Wert von 10 Mio. € exportiert. Im Jahr 2005 importierte die EU-Länder gärtnerische Produkte im Wert von rund 43,5 Mio. € aus Südafrika, davon gingen Waren im Wert von rund 24 Mio. € in die Niederlande und im Wert von knapp 10 Mio. € nach Deutschland. Der Importanteil dormanter Knollen- und Zwiebelpflanzen betrug dabei immerhin rund 3 Mio. € in die EU und rund 1 Mio. € nach Deutschland, wobei keine Angaben gemacht werden, um welche Arten es sich bei den dormanten Knollen- und Zwiebelpflanzen handelte. Der Hauptteil der in die EU importierten Produkte machten allerdings die Schnittblumen aus (für rund 16 Mio. €), gefolgt von Schnittgrün (für knapp 14 Mio. €) und Zierpflanzen (für knapp 9 Mio. €), von denen der Hauptabnehmer ohne Ausnahme die Niederlande war. Neben der EU exportiert Südafrika auch Schnittblumen und andere gärtnerische Produkte in die USA (für rund 1 Mio. €), nach Kanada (0,3 Mio. €) und nach Japan (2 Mio. €) (Stand 2001). In die USA werden an Schnittblumen Rosen, Chrysanthemen und Lilien exportiert.

### 3.6. Alte und neue geophytische Zierpflanzen aus Südafrika

Die wohl z. Zt. in Deutschland und Europa meist verkauften Geophyten mit Heimat in Südafrika sind Freesien, Zantedeschien und Gladiolen. Das südafrikanische Produktionsvolumen für diese Arten ist beträchtlich, nämlich für Freesien 61,7 Mio. €, für Zantedeschien 25,5 Mio. € und für Gladiolen 7,7 Mio. € (PIZANO 2003). Weitere knollen- und zwiebelbildende Pflanzenarten, die ihre Heimat in Südafrika haben und sich teilweise schon sehr lange im europäischen Pflanzensortiment etabliert haben, sind *Aga-panthus*, *Clivia*, *Gloriosa*, *Ornithogalum*, *Oxalis* und *Sandersonia*. Seltener kultiviert, aber auch anzutreffen, sind *Amaryllis*, *Bulbinella*, *Crinum*, *Crocasmia*, *Cyrtanthus*, *Eucomis*, *Haemanthus*, *Hesperantha* (*Schizostylis*), *Hypoxis*, *Ixia*, *Kniphofia*, *Nerine*, *Scadoxus*, *Tulbaghia*, *Veltheimia*, *Watsonia* sowie einige geophytische Pelargonien.

Südafrikanische Geophyten, die in den letzten Jahren intensiv als Neue Zierpflanzen untersucht und auch mit Erfolg in unser Sortiment eingeführt wurden, sind *Lachenalia* und *Ornithogalum dubium*. Ihre Kultur sowie die Kultur von *Gladiolus* wird in folgenden Abschnitten hinsichtlich der Aspekte, die für die Versuchsanstellung wichtig waren,

kurz skizziert, da sie ebenfalls aus den Kapländischen Florenreich stammen (bei *Gla-diolus* nur ein Teil der Eltern). Auch hier können die von den zitierten Autoren untersuchten Sorten (wenn sie erwähnt wurden) bei Interesse entweder im Literaturverzeichnis (ab S. 168) bzw. in Abschnitt 2. im Anhang (S. 186) eingesehen werden.

### 3.6.1. Kultur von *Lachenalia*-Hybriden

*Lachenalia* ist ein zwiebelausbildender Geophyt der Hyacinthaceae, der in Südafrika bzw. Namibia heimisch ist. Die Gattung weist 110 Arten auf, von denen 80 aus dem Kapländischen Florenreich stammen (MANNING et al. 2002). Kultiviert werden Arten/Hybriden der Kaphyazinthe in Israel, Australien und einigen europäischen Ländern, vor allem den Niederlanden für die Verwendung als Topfpflanze. Neue Hybriden von *Lachenalia* sind auch vom Agricultural Research Council (ARC) in Südafrika entwickelt worden (KLEYNHANS und HANCKE 2002). Sie erhalten ihren Zierwert durch den an Hyazinthen erinnernden Habitus, ihre attraktiv gesprenkelten Blätter und durch ihre vielfältigen Blütenfarben (weiß, gelb, orange, rot, rosa und lila, teilweise auch mehrfarbig).

Hervorgehoben werden soll an dieser Stelle, dass eine warme Lagerung (25 °C) bei der in Kultur üblichen Arten und Hybriden von *Lachenalia* die Anlage der Infloreszenz während der Dormanz fördert (COERTZE et al. 1992), die innerhalb von drei Monaten angelegt wird (ROH et al. 1998). Bei einer Lagerung bei 15 °C erfolgt der Übergang in die generative Phase erst nach fast fünf Monaten (ROH et al. 1998). Vor der Pflanzung, aber nach erfolgter Infloreszenzanlage, erfolgt eine Trockenkühlung der Zwiebeln bei 10 - 15 °C für einen Zeitraum von 45 d. Dies verkürzt die Zeit bis zur Anthese um rund einen Monat (ROH et al. 1995) und auch die Blattlänge zum Zeitpunkt der Anthese (ROH et al. 1998). Nach der Pflanzung ist die optimale Kulturtemperatur 15 °C (SUH et al. 1997 und ROH et al. 1995). Bei Temperaturen um 20 °C verspätet sich die Anthese, bei 23 - 25 °C kommt es zur Blütenverkümmern (ROH et al. 1998). Angaben zu notwendigen Lichtintensitäten während der Kultivierung werden nicht gemacht, wobei aber bei ROH et al. (1995) in den nordamerikanischen Wintermonaten alle Versuchspflanzen mit Natriumhochdrucklampen (400 W) zusatzbelichtet wurden.

### 3.6.2. Kultur von *Ornithogalum dubium*

*Ornithogalum dubium* (Hyacinthaceae) ist vom Nordwesten des Kapländischen Florenreichs bis an sein östliches Ende verbreitet. Die auf Deutsch als Stern von Bethlehem

bezeichnete Art hat gelbe bis dunkel orange gefärbte Blüten mit einem dunkelbraun bzw. -grün gefärbten Zentrum. Hybriden dieser Art werden sowohl als Topfpflanzen als auch als Schnittblumen kultiviert. Die Zwiebeln werden hauptsächlich in Israel, Südafrika, den Niederlanden und den USA produziert (DE HERTOOGH und LE NARD 1993).

Ähnlich wie bei *Lachenalia* fördert eine warme Lagerung der Zwiebeln das Überwinden der Dormanz und die Anlage der Infloreszenz. Bei einer Lagerung bei 22 °C über sechs Wochen erfolgte bei anschließender Pflanzung und Kultivierung bei 18 °C die Anthese schneller (nach fünf Monaten) und mit mehr Einzelblüten, als bei einer Lagerung bei Temperaturen darüber oder darunter (ROH und JOUNG 2004). Bei einer Lagerung bei 16 °C kommt es nicht oder nur teilweise zur Anlage der Infloreszenzen in der Zwiebel, diese bleiben vegetativ (ROH und JOUNG 2004). Mit einer Lagerung bei 10 °C kann eine generative Umstimmung verhindert werden. Die Terminisierung des Blühtermins erfolgt demnach für verschiedene Pflanzsätze in der Weise, dass die Zwiebeln erst bei Bedarf den infloreszenzinduzierenden Lagertemperaturen unterworfen werden (ROH und JOUNG 2004). Für die Schnittblumenproduktion wird von DE HERTOOGH und GALLITANO (1997) eine Trockenkühlung der Knollen bei 9 °C für vier Wochen empfohlen, dies reduziert die Anzahl, erhöht aber die Länge der Blütentriebe. Für die Topfpflanzenproduktion empfehlen die Autoren eine Trockenkühlung bei 17 °C für vier Wochen vor der Pflanzung, dies reduziert die Pflanzenhöhe, aber die Pflanzen produzieren mehr Blütentriebe. Bei LURIA et al. (2002) ergab eine Trockenkühlung bei 13 °C über drei Wochen wesentlich längere Blütentriebe als bei einer Behandlung bei 2 °C, 9 °C oder 25 °C im gleichen Zeitraum, obwohl die Anthese damit nicht verfrüht wurde. In den Versuchen von DE HERTOOGH und GALLITANO (1997) zeigten sich bessere Pflanzenqualitäten und eine schnellere Anthese bei einem Temperaturregime von 22 °C tags und 18 °C nachts als bei 18 °C tags und 14 °C nachts. Auch LURIA et al. (2002) stellten eine Förderung der Anthese bei einer Kultur bei 27 °C tags und 22 °C nachts fest, die in der Regel 20 - 21 Wochen nach der Pflanzung einsetzte. Bei einem Temperaturregime von 32 °C tags und 27 °C nachts nahm die Anzahl der Einzelblüten stark ab. Darüber hinaus konnte in ihren Versuchen eine Erhöhung der Blütentrieblänge durch eine Gibberellinbehandlung (Tauchen oder Spritzen von 100 ppm GA<sub>3</sub>), einer Schattierung (20 %) oder einer Ethylenbehandlung der Zwiebeln (24 h bei 10 ppm vor der Pflanzung) erreicht werden. In Bezug auf den Wachstumsfaktor Licht empfehlen DE HERTOOGH und GALLITANO (1997) eine Lichtintensität von mindestens 450  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  für die Pro-

duktion von Topfpflanzen und mindestens  $250 - 350 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  bei Schnittblumen. Langtagsbedingungen (16 h) verfrühten bei LURIA et al. (2002) sowohl bei warmer ( $32^\circ\text{C}$  tags/ $27^\circ\text{C}$  nachts) als auch bei kühler Kultur ( $17^\circ\text{C}$  tags/ $12^\circ\text{C}$  nachts) die Anthese um ein bis zwei Wochen im Vergleich zu Kurztagsbedingungen (8 h).

### 3.6.3. Kultur von *Gladiolus*

Obwohl *Gladiolus* auch zu den Iridaceae gehört und von den 165 Arten dieser Gattung aus dem südlichen Afrika immerhin 110 im Kapländischen Florenreich beheimatet sind, lassen sich ihre Kulturansprüche auf die untersuchten Pflanzenarten/Hybriden nicht so leicht wie bei *Freesia x hybrida* übertragen. Die in Kultur befindlichen Sorten dieser weltweit wirtschaftlich so wichtigen Schnittblumenart sind vor allem aus der Kreuzung sommerblühender Arten entstanden (LITTLEJOHN und VAN DER WALT 1992), und ihre Kultur ist somit auf eine Blüte während des Sommers bzw. Herbstes ausgerichtet. Frühjahrsblühende Typen, die wie die untersuchten Arten eine Sommerdormanz vollziehen, sind in ihrem Produktionsvolumen gering, das Sortiment ist stabil und die Sorten sind meist alt (DE HERTOOGH und LE NARD 1993).

Die in der Literatur aufgeführten Kulturhinweise betreffen in der Regel die sommerblühenden *Gladiolus*-Sorten und werden an dieser Stelle nicht weiter ausgeführt. Generell wird im Gegensatz zu den bisher beschriebenen frühjahrsblühenden Arten die Dormanz der Knollen durch eine kühle Lagerung ( $10^\circ\text{C}$ ) überwunden und die optimalen Kulturtemperaturen nach der Pflanzung sind  $18 - 25^\circ\text{C}$  (DE HERTOOGH und LE NARD 1993). Die generative Umstimmung erfolgt ohne Einfluss der Umweltbedingungen und beginnt, wenn das erste Laubblatt halb entwickelt ist, d. h. in der Regel drei bis acht Wochen nach dem Pflanzen (HORN 1996).

Vergleichbar mit der Kultur von *Freesia x hybrida* und *Sparaxis*-Hybriden ist jedoch die Tatsache, dass auch bei Gladiolen zu geringe Lichtintensitäten während der Wintermonate zum Blütenabort führen können (DE HERTOOGH und LE NARD 1993). Dieser kann durch eine tageslängenverlängernde Zusatzbelichtung mit geringen Intensitäten reduziert, sowie die Blütenqualität verbessert werden (HALEVY et al. 1984). Weitere Gegenmaßnahmen sind eine entsprechende Sortenwahl und ein nicht zu dichter Stand der Pflanzen (SHILLO und HALEVY 1976). DE MUNK (1984) empfiehlt in diesem Zusammenhang eine geringere Kulturtemperatur (zunächst vier Wochen bei  $18^\circ\text{C}$ , danach



15 °C, mindestens jedoch 12 °C), da das Lichtbedürfnis von Gladiolen sich mit steigender Kulturtemperatur erhöht. Blütenaborte konnten nicht durch Gibberellin-Applikationen, welche ähnlich wie bei Freesien die Anthese verfrühen, verhindert werden.

Die Untersuchungen von HALEVY et al. (1984) konnten darüber hinaus feststellen, dass bis auf eine von sechs untersuchten frühjahrsblühenden Gladiolensorten die anderen keinerlei Reaktionen auf die Photoperiode zeigten. Eine Sortenabhängigkeit hinsichtlich der photoperiodischen Reaktion bei den frühjahrsblühenden Gladiolensorten bestätigen auch IMANISHI et al. (2002). In ihren Versuchen wurde bei Langtagsbedingungen die Anthese einiger Sorten verfrüht, die Mehrzahl der Sorten reagierte darauf nicht.

Es soll hier auf die interessante Tatsache hingewiesen werden, dass eine Behandlung mit dem Hemmstoff Chlormequat im Gießverfahren (100 ml pro Topf mit 2,5 kg Substrat mit 0,8 % CCC in Woche 0, 4 und 7 nach der Pflanzung) -im Gegensatz zu dem üblicherweise bezweckten wachstumsregulierenden Effekt- bei *Gladiolus* die Pflanzenhöhe und die Anzahl der Blüten pro Infloreszenz erhöhte sowie eine geringe Verfrühung des Blühzeitpunktes zu Folge hatte (HALEVY und SHILO 1970). Die Blätter der behandelten Pflanzen waren schwerer und enthielten mehr Chlorophyll. Darüber hinaus enthielten die Blütenblätter mehr Anthozyane. BHATTACHARJEE (1984) konnte ebenfalls eine wachstumsfördernde Wirkung von CCC auf *Gladiolus* feststellen. So konnte mit dem Gießen von 100 ml Lösung mit einer Konzentration von 2500 - 5000 ppm CCC pro Topf mit 15 cm Durchmesser eine signifikante Blattzahl- und Blattlängenerhöhung sowie eine Vergrößerung der Blüten (Länge, Durchmesser) erreicht werden.

Für die frühjahrsblühenden *Gladiolus*-Sorten fand HOSOKI (1985) heraus, dass die Dormanzbrechung der Knollen bei einer sechswöchigen Lagerung bei 30 °C effektiver war, als bei 5 °C. Dies zeigte sich auch bei der Untersuchung der Abscisinsäuregehalte in den Knollen. Sie nahmen bei bei 30 °C gelagerten Knollen schneller ab, als bei denen, die bei 5 °C gelagert wurden. Darüber hinaus produzierten die warm gelagerten Knollen zu einem früheren Zeitpunkt mehr Ethylen, dass -wenn von außen appliziert- ähnlich wie bei *Freesia* austriebsfördernd wirkte. HORN (1996) empfiehlt für die frühblühenden *Gladiolus*-Sorten eine Lagerung für zwei bis drei Monate bei 20 °C und anschließend bis zum Pflanzen bei 5 °C, wobei eine Langzeitlagerung bei 0,5 °C sogar die ganzjährige Kultur bestimmter Sorten bei ausreichend guten Lichtverhältnissen ermöglicht. Die Kulturtemperatur bei der Anzucht sollte 10 °C in keinem Falle übersteigen.

## **4. Material und Methode**

### **4.1. Kooperationspartner „New Plant Nursery“**

Die „New Plant Nursery“ ist ein Gartenbaubetrieb, der seit 1989 besteht und von den Besitzern Paul und Mandy Fick in George (Südafrika) gegründet wurde. Er umfasst eine Fläche von 10 ha und ist kein Einzelhandelsbetrieb, sondern fungiert als Großhändler für Einzelhandelsbetriebe, landschaftsplanerische Projekte, Parks und botanische Gärten des Landes. Es werden rund 600 ausschließlich in Südafrika heimische Pflanzenarten angebaut. Diese umfassen Jungpflanzen, Beet- und Balkonpflanzen, Stauden, Sukkulenten, Sträucher und Bäume sowie Knollen- und Zwiebelpflanzen. Darüber hinaus wird mit einigen Arten Züchtungsarbeit betrieben und internationale und auf Südafrika beschränkte Sortenrechte gehalten. Der Betrieb verfügt über rund 60 Mitarbeiter und bildet in Zusammenarbeit mit der staatlich unterstützten Organisation PAETA („Primary Agriculture Education and Training Authority“) seine Mitarbeiter im Rahmen des „National Qualification Programmes“ aus.

Die „New Plant Nursery“ hat ihren Standort in der Provinz Western Cape am Rande der Stadt George, die in einer Höhenlage von 193 m auf der sog. „Garden Route“ liegt. Das Klima ist durch die unmittelbare Nähe zum Meer mediterran (vgl. Abb. 1). George liegt im Übergangsgebiet zwischen dem Winter- und dem Sommerregengebiet (vgl. Abb. 2) und bekommt recht gleichmäßig über das Jahr verteilt Niederschläge von monatlich etwa 50 - 65 mm. In den Monaten März und April regnet es mit durchschnittlich je 69 - 71 mm am stärksten und in den Monaten Juni und Juli mit durchschnittlich je 43 - 45 mm am geringsten. Die Gesamtniederschlagsmenge pro Jahr ist durchschnittlich 715 mm. Die mittleren Temperaturen im Sommer liegen zwischen 22 - 25 °C tags und 12 - 15 °C nachts und im Winter zwischen 19 - 21 °C tags und 7 - 10 °C nachts (Quelle aller Daten zu George: „SOUTH AFRICAN WEATHER SERVICE“ 2007).

#### **4.1.1. Auswahl und Kultur der untersuchten Pflanzenarten/Hybriden am Heimatstandort**

Während dreimonatiger Vorarbeiten für das Promotionsvorhaben bei der „New Plant Nursery“ im Herbst 2004 erfolgte die Auswahl der untersuchten Pflanzenarten/Hybriden. Dabei spielten der Habitus und die Blüte der Pflanzen als potentielle Topf-

pflanzen, sowie ihre Exportfähigkeit eine Rolle. Die Wahl fiel auf Geophyten, die in ihrem jährlichen Wachstumsrhythmus eine Dormanz durchlaufen und in dieser Zeit einfach, d. h. mit wenig Volumen und Respirationsverlusten zu exportieren sein würden.

Darüber hinaus erfolgte die Auswahl von im südafrikanischen Frühjahr blühenden Geophyten, da diese -durch Ausnutzung der Umkehr der Jahreszeiten- in ihrem südafrikanischen Wachstumsrhythmus belassen, in den europäischen Herbst- und Wintermonaten zur Blüte kommen würden und so auf ihr Potential für das angebotsarme Sortiment in dieser Jahreszeit geprüft werden konnten. Eine Bezug des Pflanzenmaterials aus Südafrika würde für den potentiellen deutschen bzw. europäischen Produzenten außerdem bedeuten, dass die Anzucht unter den günstigen Bedingungen des dortigen Klimas und den geringen Lohnkosten erfolgt (vgl. Abschnitt 2.), und bei entsprechend preiswertem Export die Ware kostengünstig für eine Weiterkultur in Europa beschafft werden kann.

Ein weiterer Aspekt, der für die Auswahl von im Frühjahr blühender Geophyten wichtig war, ist die potentielle Energiegünstigkeit ihrer Kultur (vgl. Abschnitt 2.). Wie in Abschnitt 3.3. beschrieben, treiben die Arten zum Winter hin aus und vollziehen ihr Wachstum hauptsächlich im Frühjahr bei kühlen Temperaturen (vgl. Tab. 1). Dies ist hinsichtlich der Energiegünstigkeit bei der Anzucht in den europäischen Herbst- und Wintermonaten von Bedeutung, da eine drei bis fünf Monate dauernde Kultur bei Temperaturen von 17 °C tags und 13 °C nachts (wie sie für die untersuchten Arten und Hybriden geplant waren) sich energiegestriger für den potentiellen Produzenten auswirken dürfte, als z. B. die Kultur von *Euphorbia pulcherrima*, die ca. 2,5 - 3,5 Monate bei 20 - 22 °C stattfindet (HORN 1996). Denn laut den Angaben von TANTAU (1983) für einfachverglaste Gewächshäuser läge der Gesamtwärmebedarf von bei 20 °C kultivierten Pflanzen bei einem Topftermin zwischen Kalenderwoche 34 und 38 mit einem Verkaufstermin in Kalenderwoche 49 bei 245,80 - 286,30 kWh m<sup>-2</sup>. Dagegen läge er bei 17 °C tags und 13 °C nachts kultivierten Pflanzen bei einem Topftermin zwischen Kalenderwoche 28 und 36 für eine Blüte in Kalenderwoche 49 zwischen 162,28 und 179,70 kWh m<sup>-2</sup>.

Viele der attraktivsten Geophyten des Kapländischen Florenreichs konnten aber nicht ausgewählt werden, da sie weder seitens der „New Plant Nursery“, noch von anderen Produzenten im Lande in ausreichenden Umfang beschaffbar waren, als dass dies für die Durchführung statistisch aussagekräftiger Versuche ausgereicht hätte. Dazu zählten unter anderem die Arten *Babiana villosa* KER GAWLER, *Gladiolus alatus* L., *Gladiolus*

*watermeyerii* L. BOLUS, *Ixia campanulata* HOUTTUYN, *Lapeirousia corymbosa* KER GAWLER, *Sparaxis elegans* GOLDBLATT und *Watsonia coccinea* HERBERT EX BAKER.

Die Auswahl fiel auf vier Pflanzenarten/Hybriden der Iridaceae: *Freesia laxa*, *Sparaxis*-Hybriden, *Tritonia deusta* und *Tritonia securigera*. Diese konnten in den entsprechenden Stückzahlen und einheitlicher Qualität von der „New Plant Nursery“ bezogen werden und versprachen einen ansprechenden Habitus als Topfpflanze. Die *Sparaxis*-Hybriden wurden von dem Betrieb „Hadeco“ (in der Nähe von Pretoria) über die „New Plant Nursery“ käuflich erworben. Auf ihre Züchtung wurde bereits in Abschnitt 3.2.2. eingegangen. Die Knollen von *Freesia laxa*, *Tritonia deusta* und *Tritonia securigera* wurden bei der „New Plant Nursery“ vermehrt und herangezogen.

Die Kultur von *Freesia laxa*, *Tritonia deusta* und *Tritonia securigera* bei der „New Plant Nursery“ erfolgt bei allen frühjahrsblühenden Geophyten, die der Betrieb produziert, ähnlich. Die Knollen werden warm ( $> 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) gelagert, allerdings nicht unter vollständig kontrollierten Bedingungen. Zum Winter hin, d. h. im April, werden die Knollen in ein Substrat aus Rindenkompost und Sand (Verhältnis 3 : 1) getopft und im Freiland aufgestellt angetrieben. Dies geschieht auf Flächen sowohl ohne, als auch teilweise mit Schattennetzen. Während der Kultur werden bei Bedarf Pflanzenschutzmaßnahmen durchgeführt, vor allem gegen Rostpilze, Blattläuse und Thripse. Es erfolgt in der Regel eine zweimalige Düngung mit dem organischen Dünger „Bounce Back“ der Firma Neutrog (enthält  $30\text{ g N kg}^{-1}$ ,  $15\text{ g P kg}^{-1}$  und  $21\text{ g K kg}^{-1}$  sowie Magnesium, Calcium und Spurenelemente) im Abstand von sechs bis acht Wochen während des Wachstums im Juni und Juli, wobei  $100 - 150\text{ g m}^{-2}$  (Fläche besteht aus eng zusammen stehenden Töpfen) appliziert werden. Die Blüte beginnt im August und endet im September bzw. Oktober (zur Illustration der Blüte siehe Abb. 18). Während der Blütezeit werden die Pflanzen erneut mit „Bounce Back“ in der genannten Menge gedüngt. Während der Blüte wird ein- bis zweimalig mit Kaliumsulfat gedüngt, um die Bildung und Reifung der Tochterknollen zu fördern. Im Sommer wird bei den vorherrschenden hohen Temperaturen die Bewässerung nach Abschluss der Samenbildung über einen Zeitraum von rund einem Monat sukzessive eingestellt. Nach dem Abtrocknen der Pflanzen werden die Knollen wieder aus dem Substrat herausgenommen, gereinigt, nach Größe sortiert und vor der Lagerung mit einem Insektizid gegen Schädlinge im Lager behandelt. Die Vermehrung der Knollen findet sowohl vegetativ über Brutknollen, die vor der Lage-

rung abgenommen werden, als auch generativ über Samen statt, die im zu Beginn des Winters ausgesät werden.



Abb. 18: Blühende *Tritonia securigera* bei der „New Plant Nursery“ (Foto EHRICH, 04.10.05)

Während der Vorarbeiten bei der „New Plant Nursery“ im Herbst 2004 wurde neben der Auswahl der zu untersuchenden Pflanzenarten/Hybriden darüber hinaus die ausreichende Verfügbarkeit blühfähigen Pflanzenmaterials der ausgewählten Arten/Hybriden für den Export im Frühjahr 2005 für die ersten Versuchsreihen in Berlin gesichert. Dies erfolgte durch ein separates Aufstellen der benötigten Pflanzen von der Verkaufsware. Dabei wurden, wenn möglich bereits blühende Pflanzen verwendet, um dem Problem vorzubeugen, dass die juvenile Phase der Knollen möglicherweise noch nicht überwunden war. Während des Aufenthalts in Südafrika im Frühjahr 2005 wurde das für die Versuche im Jahr 2006 benötigte Pflanzenmaterial bereits direkt nach der Pflanzung separat aufgestellt. Während des Aufenthalts von August bis September 2005 wurden die Bestände auf ihre Blühfähigkeit hin untersucht und in einigen Fällen mit Pflanzen der Verkaufsware ausgetauscht und ergänzt.

#### 4.1.2. Export des Pflanzenmaterials

Bei der Auswahl und dem Bezug des Pflanzenmaterials im Frühjahr 2005 und 2006 für die Versuchsreihen in Berlin wurden möglichst große Knollen gewählt. Die Umfänge der ausgewählten Knollen hatten bei den vier Arten/Hybriden folgende Maße:

- o *Freesia laxa*: 40 - 60 mm
- o *Sparaxis*-Hybriden: 40 - 60 mm
- o *Tritonia deusta*: 45 - 75 mm
- o *Tritonia securigera*: 50 - 70 mm.

Nach der Auswahl der Knollen erfolgte deren Lagerung bis zum Export separat. Die Lagertemperatur wurde kontrolliert und mit einem elektrischen Heizer über 20 °C gehalten. Dies war in beiden Jahren notwendig, da die Temperaturen in George im März/April bereits soweit sinken können, dass es zum Austreiben der Knollen kommen kann. Bei der Auswahl der Knollen im Februar bzw. März der Jahre 2005 und 2006 für den Export waren immer bereits einige Knollen dabei, die schon im Februar einen deutlichen Austrieb zeigten. Diese wurden dann nicht verwendet. Es wurde vielmehr versucht -soweit dies äußerlich erkennbar war- möglichst dormante Knollen auszuwählen, um die geplante Fortführung der Lagerung in Berlin problemlos gestalten zu können.

Für den Export der Knollen nach Berlin waren in beiden Jahren die Beschaffung ein phytosanitäres Gesundheitszeugnis („Phytosanitary Certificate“) des südafrikanischen Landwirtschaftsministeriums und eine Ausfuhrgenehmigung („Permit to Export Protected and Unprotected Flora“) seitens der südafrikanischen Naturschutzbehörde „Cape Nature“ notwendig. Bei Einfuhr der Knollen nach Deutschland wurden diese zollamtlich angemeldet, von der amtlichen Pflanzenbeschau des Pflanzenschutzamts Berlin erneut untersucht und formal zur Einfuhr zugelassen. Eine Temperaturmessung in dem Transportbehälter ergab, dass während des Exports der Knollen per Flugzeug die Temperatur von 16 °C nicht unterschritten wurde.

#### **4.2. Versuchsstandort in Berlin**

Nach dem Export aus Südafrika nach Deutschland im April 2005 und 2006 wurden die Knollen in einer Klimakammer der Arbeitsgruppe Zierpflanzenbau des Instituts für Gartenbauwissenschaften der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin in der Lentzeallee 75 bei 20 - 22 °C und 60 - 70 % relativer Luftfeuchte gelagert.

Bereits im März 2005 in der „New Plant Nursery“ in Südafrika und im April 2006 in Berlin wurde das Gewicht der Knollen festgestellt und dieses mit dem Gewicht der Knollen unmittelbar vor der Pflanzung verglichen, so dass die während eines Teils der

Lagerung erfolgten Masseverluste quantifiziert werden konnten. Für die vorgenommene Aktivierung (Trockenkühlung) der Knollen aller Versuche vor der Pflanzung wurde die Temperatur der Klimakammer auf 13 °C reduziert. Die Klimakammer war ein Pflanzenwuchsschrank des Typs Heraphyt® HPS 1500 der Firma Heraeus Vötsch.

Für die Versuchsreihen im Jahr 2005 waren zunächst die Gewächshäuser der Arbeitsgruppe Zierpflanzenbau in der Königin-Luise-Str. 22 in Berlin der Versuchsstandort. Die Gewächshaustemperatur lag hier tags bei 18 °C und nachts bei 16 °C. Die Lüftung erfolgte manuell. Während der Sommermonate stieg die Temperatur tagsüber in der Regel auf Werte deutlich über 18 °C, teilweise über 30 °C, an.

Im Oktober 2005 erfolgte der Umzug in die Gewächshausanlagen der Lehr- und Forschungsstation in der Lentzeallee 55. Hier fanden die Versuchsreihen in zwei Kabinen statt. Die erste Kabine war auf 17 °C tags (7 bis 19 Uhr) und 13 °C nachts (19 bis 7 Uhr) eingestellt, mit einer automatischen Lüftung ab 19 °C tags und 15 °C nachts. Die Temperaturführung der zweiten Kabine lag bei durchgängig 20 °C und der automatischen Lüftung ab 23 °C. Während der warmen Sommermonate wurde mit den Energieschirmen ab einer Überschreitung der äußeren Einstrahlung von 70.000 lux schattiert, trotzdem stieg die Tagestemperatur von Mitte April bis Oktober 2006 vielfach über 30 °C an. In den Wintermonaten wurden die Energieschirme genutzt, sie wurden bei einer Einstrahlung von unter 2.000 lux aufgefahren. Die relative Luftfeuchte wurde in den Kabinen durch Befeuchtung des Gewächshausbodens möglichst über 60 % gehalten. Die Bewässerung fand je nach Jahreszeit ein- bis dreimal wöchentlich sowohl mit Regenwasser als auch mit Leitungswasser statt. Bei der Aufstellung der Pflanzen der Versuchsreihen 2006 wurde darauf geachtet, dass die Töpfe der Pflanzen mindestens 1 m von den Außenseitenwänden der Kabinen entfernt standen. Denn beim Umzug der Versuche im Jahr 2005 wurde festgestellt, dass die Temperatur in diesem Bereich rund 2 °C kälter war als die eingestellte Temperatur des Gewächshauses.

Von allen verwendeten Substratsäcken wurden beim Topfen Proben abgenommen, die auf ihren pH-Wert und ihre Salzkonzentration überprüft wurden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind im Anhang in Tab. A 1 des Abschnitts 4. (S. 190) einzusehen. Bei allen Versuchsansätzen wurde außerdem standardmäßig eine Behandlung der getopften Knollen mit dem Fungizid Bioplant (1,5 ml l<sup>-1</sup>) durchgeführt.

Die Düngung erfolgte in allen Versuchsreihen flüssig mit Kristalon Weiß (Nährstoffverhältnis 15 : 5 : 30 + Mikronährstoffe) in einer Konzentration von 0,2 %. In den Versuchsreihen 2005 wurde außerdem mit Kaliumsulfat gedüngt (Konzentration 1 g l<sup>-1</sup>).

Als notwendige Pflanzenschutzmaßnahmen kamen gegen Schädlinge die Mittel Decis (Wirkstoff Deltamethrin), Plenum (Wirkstoff Pymetrozin) und Applaud (Wirkstoff Bufrofezin) gegen Weiße Fliege, das Mittel Conserve (Wirkstoff Spinosad) gegen Thripse, die Mittel Masai (Wirkstoff Tebufenpyrad), Vertimec (Wirkstoff Abamectin), Perfekthion (Wirkstoff Dimethoat), Torque (Wirkstoff Fenbutatin-Oxid) und Peropal (Wirkstoff Azocyclotin) gegen Rote Spinne, sowie die Mittel Carbosip (Wirkstoff Carbofuran) und ebenfalls Perfekthion in Kombination mit der Ausbringung von Gelbtafeln gegen Trauermücken zum Einsatz. Gegen Pilzkrankheiten wurde ausschließlich an *Freesia laxa* das Mittel Benomyl (Wirkstoff Carbendazim) prophylaktisch und bei Befallsvermutung gegen *Fusarium* sp. eingesetzt. Von der phytomedizinischen Abteilung der Universität Stellenbosch in Südafrika ist im März 2006 an Knollen dieser Art von der „New Plant Nursery“ Trockenfäule festgestellt worden.

#### **4.2.1. Versuche 2005**

Während der Versuche 2005 erfolgte im Anfangssatz zunächst die Kultur der Knollen aller vier Arten/Hybriden ohne die Realisierung verschiedener Varianten, nachdem sie alle einer dreiwöchigen Aktivierung bei 13 °C in der Klimakammer unterzogen worden waren. Dies hatte zum Ziel, ihre allgemeinen Ansprüche an die Wachstumsfaktoren nach dem Export in Deutschland festzustellen und so grundlegendes Wissen für die Anlage aussagefähiger Varianten in den nachfolgenden Versuchsreihen 2006 zu gewinnen. Auf die soweit wie möglich realisierbare Gleichbehandlung der Pflanzen aller vier Arten/Hybriden wurde besonderen Wert gelegt, damit für spätere Versuchsreihen eindeutige Referenzwerte dieser in Europa bisher wenig bekannten Kulturen verfügbar und die Ergebnisse der in 2006 durchzuführenden Versuche zu möglichst klaren Schlussfolgerungen führen würden. Erst im späteren Verlauf der Versuche 2005 wurden mit den Pflanzen unterschiedliche Düngeregime realisiert. Bei den Versuchen erfolgte je Art/Hybride das Topfen von 105 Knollen. Die Versuchsdurchführung des Anfangssatzes kann in Tab. 2 zusammengefasst werden:



Tab. 2: Übersicht über die Versuchsdurchführung des Anfangssatzes:

Maßnahme	Datum	Kalenderwoche
Wiegen der Knollen bei der New Plant Nursery	24.02.05 und 10.03.05	9 und 11
Export der Knollen von George nach Berlin	14./15.04.05	16
Aktivierung bei 13°C vor der Pflanzung	24.05.05 bis 13.06.05	22 bis 25
Wiegen der Knollen und Pflanzung	14.06.05	25
1. Bonitur <i>Sparaxis</i> -Hybriden (danach zweiwöchentlich)	06.07.05	28
Letzte Bonitur <i>Sparaxis</i> -Hybriden	21.12.05	52
1. Bonitur beider <i>Tritonia</i> -Arten (danach zweiwöchentlich)	20.07.05	30
Letzte Bonitur beide <i>Tritonia</i> -Arten	04.01.06	1
1. Bonitur <i>Freesia laxa</i> (danach zweiwöchentlich)	02.08.05	32
Letzte Bonitur <i>Freesia laxa</i>	15.03.06	11
Mikroskopische Untersuchung der Knollen	04.05.05, 01.06.05, 16.06.05, 29.06.05, 14.07.05, 27.07.05, 10.08.05, 09.09.05, 14.10.05, 27.10.05, 10.11.05, 24.11.05, 08.12.05, 22.12.05 und 12.01.06	

Zu Anfang der Versuchsreihen 2005 erfolgte die Pflanzung der Knollen einzeln in Töpfe mit einem Durchmesser von 9 cm. Das Substrat bestand aus einer Mischung aus Gramoflor Sondermischung Aussaat- und Stecksubstrat, Stender Topfsubstrat mittlerer Struktur C400 mit Cocopor und Ton sowie Perlite im Volumenverhältnis 4 : 4 : 3. Darüber hinaus wurden am 20.09.05 und 25.10.05 jeweils sechs Pflanzen pro Art/Hybride in Töpfe mit einem Durchmesser von 13 cm umgetopft. Am 25.10.05 wurden alle restlichen, bisher noch nicht umgetopften aber im Versuch verbleibenden, Pflanzen in Töpfe mit einem Durchmesser von 12 cm umgetopft. Hierfür wurde Stender Topfsubstrat C400 mit Cocopor gemischt mit Perlite im Volumenverhältnis 8 : 3 verwendet.

Die erste Düngung der *Sparaxis*-Hybriden fand am 19.07.05 (mit je 100 ml Kristalon Weiß-Lösung) statt. Zu diesem Zeitpunkt wurde bei beiden *Tritonia*-Arten eine Kaliumsulfat-Düngung durchgeführt, mit je 50 ml pro Pflanze. Am 13.08.05 erfolgte die Düngung von *Freesia laxa*, *Tritonia deusta* und *T. securigera* mit je 100 ml Kristalon Weiß-Lösung pro Pflanze und die der *Sparaxis*-Hybriden mit je 100 ml Kaliumsulfat-Lösung. Am 13.09.05 wurden alle drei Arten und die *Sparaxis*-Hybriden mit je 100 ml Kristalon Weiß-Lösung gedüngt, jedoch nach dem Umtopfen erst wieder am 09.11.05. Ab diesem Zeitpunkt fand die Düngung mit 100 ml Kristalon Weiß-Düngelösung pro Pflanze alle zwei Wochen bis Versuchsende statt. Die jeweils 12 Pflanzen pro Pflanzenart/Hybride, die in den Töpfen mit 13 cm Durchmesser wuchsen, wurden nach dem Umtopfen wöchentlich mit Kristalon Weiß-Düngelösung versorgt. Sie stellten ab der Bonitur in Kalenderwoche 40 die Variante „wöchentlich gedüngte Pflanzen“ dar.

Bei den Pflanzenschutzmaßnahmen kam es vor allem in den Monaten Mai bis November zur wiederholten Bekämpfung von Spinnmilben, Weißer Fliege und Thripsen. Weiterhin wurden die Pflanzen der *Sparaxis*-Hybriden und von *Tritonia securigera* im Versuchsverlauf bei Bedarf hochgebunden. Kurz vor Versuchsende erfolgte diese Maßnahme ebenfalls für die noch vorhandenen Pflanzen von *Freesia laxa*. Auch fand im Versuchsverlauf eine Einkürzung der an den Pflanzen eintrocknenden Blätter und Blattspitzen statt. Die Ausfälle während der Kultur wurden festgestellt. Die während des Versuchs einziehenden und die nach Versuchsende noch vorhandenen Pflanzen wurden auf Grund der zollamtlichen Bestimmung vernichtet. Sie hatten alle ansprechend große Tochterknollen im Laufe ihrer Kultur gebildet.

#### 4.2.2. Versuche 2006

Aufbauend auf den Ergebnissen und Beobachtungen der Versuche 2005 und den Kenntnissen aus der Literatur erfolgte die Anlage verschiedener Varianten bei den Hauptversuchsreihen 2006. Diese Varianten hatten zum Ziel, für die angestrebte Terminisierbarkeit der Kultur der untersuchten Arten/Hybriden durch bestimmte Verfahren der Lagerung und der Kultur eine optimierte und möglichst kurze Kulturdauer zu erreichen. Außerdem sollten Möglichkeiten für eine Verbesserung der Pflanzenqualität, eine Verfrühung der Infloreszenzinduktion und der Anthese bzw. eine Reduzierung der Pflanzenhöhe für die Verwendung als Topfpflanze geprüft werden (vgl. Abschnitt 2.). Bei den beiden Sätzen des Jahres 2006, im Frühjahr und Spätsommer gepflanzt, wurden neben der Kontrolle für alle ausgewählten Arten/Hybriden folgende zehn Varianten realisiert, die bis auf die veränderten Faktoren wie die Kontrolle behandelt wurden:

- o **Variante 1:** Kontrolle (warme Lagerung der Knollen bei 22 °C, dreiwöchige Aktivierung der Knollen bei 13 °C vor der Pflanzung, anschließend Kultur bei 17 °C tags und 13 °C nachts unter natürlicher Lichtintensität und Tageslänge, wöchentliche Flüssigdüngung)
- o **Variante 2:** Kühlagerung der Knollen bei 5 °C vier Wochen vor der Pflanzung (keine weitere Aktivierung vor der Pflanzung)
- o **Variante 3:** Verlängerte 13 °C-Aktivierung der Knollen für sechs bis sieben Wochen vor der Pflanzung
- o **Variante 4:** Kultur bei konstant mindestens 20 °C
- o **Variante 5:** Kultur in der Klimakammer bei konstant 13 °C und 12 h Tageslänge

- o **Variante 6:** Langzeitlagerung (3,5 Monate) bei 2 °C vor der Aktivierung und Pflanzung (im Anschluss an den Export wurde kalt weitergelagert)
- o **Variante 7:** Kultur der Knollen unter 12 h d<sup>-1</sup> Zusatzbelichtung ab Austrieb
- o **Variante 8:** Behandlung der Knollen mit 0,1 %iger Chlormequat-Lösung bei einer Austriebslänge von 3 - 7 cm
- o **Variante 9:** Behandlung der Knollen mit 0,25 %iger Chlormequat-Lösung bei einer Austriebslänge von 3 - 7 cm
- o **Variante 10:** Perlitanteil im Substrat durch Sand ersetzt
- o **Variante 11:** Beimischung von Plantacote Langzeitdünger zum Substrat an Stelle von regelmäßiger Flüssigdüngung.

Die Versuche 2006 verliefen in zwei Abschnitten, und zwar einem Frühjahrssatz (Pflanzung der Knollen Anfang Mai) und einem Spätsommersatz (Pflanzung der Knollen Mitte September). Auf Grund der aus den Versuchen 2005 gewonnenen Ergebnisse wurde mit der Wahl der Pflanzzeitpunkte versucht, die gewöhnlich heißesten Monate Juli und August für die Phase der Infloreszenzinduktion der Pflanzen zu vermeiden.

Die für die Versuche 2006 benötigten Knollen wurden von der „New Plant Nursery“ in George/Südafrika nach Berlin am 11./12.04.06 eingeführt. Nach Ankunft erfolgte die Einlagerung der jeweils 800 Knollen pro Pflanzenart in einer Klimakammer. Vor dem Beginn der Versuche für den Frühjahrssatz fand eine zahlenmäßig gleiche Aufteilung der Knollen für beide durchzuführenden Sätze statt: pro Art/Hybride je Satz 400 Knollen. Die für den Spätsommersatz bestimmten Knollen wurden bis zur Aktivierung und Pflanzung im September weiter in der Klimakammer gelagert. Die Kühllagerung (bei 5 °C) und die Kaltlagerung (bei 0,5 - 2 °C) der Knollen der Varianten 2 und 6 aller Arten/Hybriden erfolgte vier Wochen vor der Pflanzung bzw. nach dem Export in einem Kühlschrank der Firma Privileg.

Pro Variante wurden 50 Knollen jeder Art bzw. Hybride getopft, außer bei Variante 4 (35 Knollen) und Variante 5 (15 Knollen). Die Versuchszeiträume betrugen je nach Versuchsreihe und Art bzw. Hybride 19 - 32 Wochen, und nur wenn eine weiterführende Kultur sinnvoll erschien, bis zu 38 Wochen. Die Pflanzen der Variante 6 wurden nicht im Gewächshaus, sondern in einer Klimakammer (Typ Heraphyt® HPS 1500 der Firma Heraeus Vötsch) bei durchgängig 13 °C, 65 % relativer Luftfeuchte und 12 h d<sup>-1</sup> Belichtung mit HQI/R-Lampen (Leistung von 250 W h<sup>-1</sup>) kultiviert.

#### 4.2.2.1. Frühjahrssatz

Die Durchführung der in Abschnitt 4. beschriebenen Maßnahmen des Frühjahrssatzes können für die untersuchten Arten/Hybriden in Tab. 3 zusammengefasst werden:

Tab. 3: Übersicht über die Versuchsdurchführung des Frühjahrssatzes:

Maßnahme	Datum	Kalenderwoche
Export der Knollen von George nach Berlin	11./12.04.05	15
Aktivierung bei 13°C vor der Pflanzung	14.04.06 bis 8.-18.05.06	15 bis 19
Pflanzung der Knollen	8. bis 18.05.06 (Variante 3: 30./31.05.06)	19 bis 20 (Variante 3: 22)
CCC-Behandlung der Varianten 8 und 9	29.05.06 und 12.06.06	22 und 24
1. Bonitur aller Arten (danach dreiwöchentlich)	14.06.06	24
Letzte Bonitur <i>Sparaxis</i> -Hybriden	16.08.06	33
Letzte Bonitur <i>Tritonia deusta</i>	06.09.06	36
Letzte Bonitur <i>Tritonia securigera</i>	27.09.06	39
Letzte Bonitur <i>Freesia laxa</i>	18.10.06	42
Mikroskopische Untersuchung der Knollen	22.06.06, 27.06.06, 04.07.06, 17.07.06, 10.08.06, 27.09.06	

Während des Frühjahrssatzes wurden für alle Arten/Hybriden die Varianten 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10 und 11 realisiert. Die Knollen wurden in Töpfe mit einem Durchmesser von 12 cm in Stender C900 Substrat (grobe Struktur) unter Beimischung von Perlite bzw. für eine Variante grobkörnigem Sand im Volumenverhältnis 2 : 1 getopft. Vor der Verwendung fand eine Sterilisierung des Sandes im Trockenschrank statt. Die wöchentliche Flüssigdüngung der Pflanzen mit je ca. 50 ml Kristalon Weiß-Lösung begann am 01.06.06 zunächst bei einem Teil der Varianten der Arten/Hybriden, je nachdem wie weit ihr Austrieb fortgeschritten war, und ab 29.06.06 dann bei allen Varianten aller Arten/Hybriden. Die Düngung der Pflanzen der Variante 11 aller Arten/Hybriden fand abweichend statt. Ihrem Substrat wurde der Langzeitdünger Plantacote Depot 8M von Aglukon (Nährstoffverhältnis 14 : 9 : 15, Konzentration 3,5 g l<sup>-1</sup> Substrat) beigelegt.

Außerdem wurden die Pflanzen der Varianten 8 und 9 aller Arten/ Hybriden einer Behandlung mit dem Wachstumsregler Chlormequat (CCC) in einer Konzentration von 0,1 und 0,25 % mit der einmaligen Anwendung von 80 ml Lösung pro Topf unterzogen.

Am 07.06.06 und 17.07.06 kam es bei allen Varianten von *Freesia laxa* zu einer Benomyl-Behandlung im Gießverfahren. Ab Pflanzung bis Mitte August erfolgte eine regelmäßige Bekämpfung von Trauermücken und Spinnmilben bei den Pflanzen aller untersuchten Arten/Hybriden. Ab Anfang Juli war das Hochbinden eines Teils der Pflanz-

zen der *Sparaxis*-Hybriden notwendig, bei den anderen Pflanzenarten war dies im Versuchsverlauf nicht erforderlich. Die Ausfälle während der Kultur wurden erfasst.

Von der 2. Bonitur (KW 27) an kam es zum Aussortieren einiger bereits durch die vorherrschenden hohen sommerlichen Temperaturen einziehenden Pflanzen von *Tritonia deusta* und den *Sparaxis*-Hybriden. Bei *Tritonia deusta* mussten bereits bei der Bonitur in Kalenderwochen 27 bei den Varianten 8, 9 und 11 je über 20 Pflanzen wegen vollständiger Verbräunung aussortiert werden. Bei der 5. Bonitur (KW 36) wurden bis auf die Pflanzen von Variante 5 (in der Klimakammer) alle restlichen Pflanzen von *Tritonia deusta* und der *Sparaxis*-Hybriden aus dem Versuch genommen und abgetrocknet. Die Pflanzen aller Arten/Hybriden von Variante 5 wurden entweder in die Kabine des Gewächshauses zum Abblühen eingestellt (beide *Tritonia*-Arten, *Sparaxis*-Hybriden) oder warm zum Abtrocknen gestellt (*Freesia laxa*). Auch die Pflanzen von Variante 4 von *Freesia laxa* und *Tritonia securigera* wurden zu diesem Zeitpunkt aus dem Versuch genommen. Die im Verlauf der Bonituren und nach Abschluss des Frühjahrssatzes von den eingezogenen Pflanzen geernteten Knollen wurden sukzessive wieder in einer Klimakammer bei 22 °C und 65 % relativer Luftfeuchte eingelagert.

#### 4.2.2.2. Spätsommersatz

Die Versuchsdurchführung des Spätsommersatzes kann für die untersuchten Arten bzw. Hybriden in Tab. 4 zusammengefasst werden:

Tab. 4: Übersicht über die Versuchsdurchführung des Spätsommersatzes:

Maßnahme	Datum	Kalenderwoche
Export der Knollen von George nach Berlin	11./12.04.05	15
Wiegen und Einlagerung bei 22 bzw. 2°C	20.04.06 und 03.05.06	16 und 18
Wiegen vor der Pflanzung	14.08.06	33
Aktivierung bei 13°C vor der Pflanzung	14.08.06 bis 11.-20.09.06	33 bis 37/38
Pflanzung der Knollen	11. bis 20.09.06 (Variante 3: 02.10.06)	37 bis 38 (Variante 3: 40)
CCC-Behandlung der Variante 9	09.10.06	41
1. Bonitur aller Pflanzen (danach dreiwöchentlich)	18.10.06	42
Letzte Bonitur aller Pflanzen	14.02.07	7
Mikroskopische Untersuchung der Knollen	25.10.06, 16.11.06, 07.12.06, 21.12.06, und 11.01.07	

Während des Frühjahrssatzes wurden für alle Arten/Hybriden die Varianten 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 und 10 realisiert. Für den Spätsommersatz erfolgten identische Pflanzmaßnahmen wie beim Frühjahrssatz, nur dass hier statt des Stender Substrats das Gramoflor

profi-Substrat Topfsubstrat mit Ton verwendet wurde. Die wöchentliche Flüssigdüngung mit je ca. 50 ml pro Pflanze begann am 06.10.06 mit den ausreichend weit ausgetriebenen Varianten und zwei Wochen später für alle Varianten. Außerdem wurden die Pflanzen der Variante 9 einer CCC-Behandlung unterzogen, und zwar in einer Konzentration von 0,25 % mit der einmaligen Anwendung von 80 ml Lösung pro Topf. Die Pflanzen aller Arten/Hybriden der Variante 7 wurden für 12 h d<sup>-1</sup> von 7 bis 19 Uhr mit Natriumhochdrucklampen des Typs SON-T Agro mit einer Leistung von 400 W h<sup>-1</sup> ab einer Unterschreitung der natürlichen Einstrahlung von 15.000 lux zusatzbelichtet. Gegen diese Zusatzbelichtung und die Belichtung angrenzender Kabinen wurden die benachbarten Pflanzen im Versuch mit weißer, lichtundurchlässiger Plastikfolie geschützt.

Am 15.09.06 bzw. 06.10.06 fand die Behandlung der Pflanzen aller Varianten von *Freesia laxa* mit Benomyl im Gießverfahren statt. Weiterhin wurde von Anfang des Versuches bis Anfang November eine mehrmalige Bekämpfung von Trauermücken notwendig. Darüber hinaus waren keine Pflanzenschutzmaßnahmen bis zum Versuchsende Mitte Februar 2007 erforderlich. Die Ausfälle während der Kultur wurden festgestellt.

Ab der 3. Bonitur (KW 48) ist das fortlaufende Hochbinden eines Teils der Pflanzen der *Sparaxis*-Hybriden erfolgt; bis zum Ende des Versuchs waren schließlich fast alle Pflanzen hochgebunden. Diese Maßnahme wurde im Verlauf des Dezembers und Januars auch für die beiden *Tritonia*-Arten notwendig. Lediglich die Pflanzen von *Freesia laxa* benötigten im gesamten Versuchsverlauf, wie auch in den vorausgegangenen Versuchen, keine mechanische Befestigung. Das vorzeitige Herausnehmen von Pflanzen aus dem Versuch, wie es beim Anfangs- und Frühjahrssatz auf Grund der hohen Temperaturen notwendig war, war bei diesem Satz nicht erforderlich. Nach Versuchsende erfolgte, je nach Zustand, ein mehr (*Sparaxis*-Hybriden, ein Teil der beiden *Tritonia*-Arten) oder weniger (*Freesia laxa*, der andere Teil der beiden *Tritonia*-Arten) schnelles Abtrocknen der Pflanzen und die anschließende Warmlagerung der geernteten Knollen bei 22 °C und 65 % relativer Luftfeuchte in einer Klimakammer.

#### 4.3. Datenerfassung und statistische Auswertung

Die Bonitur der Merkmale Pflanzenhöhe, Anzahl der Triebe und Blüte fand je nach Pflanzsatz alle zwei bis vier Wochen statt. Nur am Ende der Versuchszeiträume fand die Bonitur der Höhe und der Triebanzahl in weiteren Abständen statt, weil auf Grund der

bisherigen Boniturergebnisse keine wesentlichen Veränderungen der Pflanzen in den üblichen Boniturzeiträumen zu erwarten waren. Als Pflanzenhöhe galt der Abstand von Substratoberfläche bis Pflanzenspitze in cm, d. h. zunächst bis zu den Blätterspitzen und später bis zur Spitze des Blütentriebs. Wenn notwendig wurden für die Messung Blätter und Blütentriebe senkrecht aufgerichtet. Als Trieb wurde jeder Austrieb gezählt, bei älteren, voll entwickelten Pflanzen allerdings erst ab einer Länge von 2 - 3 cm. Für das Merkmal Blüte erfolgte zunächst die Feststellung des prozentualen Anteils generativer Pflanzen pro Variante, d. h. solche mit sichtbarem Blütentrieb. Darüber hinaus wurde die Anzahl der Blütentriebe pro Pflanze gezählt und ihre Länge in cm vom Austrittspunkt aus den Blättern bis zur Spitze gemessen. Die Anzahl an Blütenanlagen wurde als Summe von an einem Blütentrieb vorhandenen Knospen, offenen und abgeblühten Blüten gebildet. Dies wurde aber nur bei Blütentrieben durchgeführt, an denen die besagten Blütenanlagen bereits soweit entwickelt waren, dass sie gezählt werden konnten. Bei der Verzweigung eines Blütentriebs (bei *Freesia laxa* und *Tritonia deusta*) wurden diese Blütentriebseitentriebe nicht getrennt bonitiert. Als Ausfall wurde gewertet, wenn eine Knolle nicht ausgetrieben hatte oder wenn die Pflanze im Versuchsverlauf so abbaute, dass sie weniger als die halbe der durchschnittlichen Höhe der anderen Pflanzen der Variante aufwies bzw. mehr als die Hälfte ihrer Blätter verbräunt waren.

Für den im Spätsommer gepflanzten Teil der Versuche 2006 wurde außerdem berechnet, wie viel elementarer Stickstoff, Phosphor und Kalium den Pflanzen pro m<sup>3</sup> Substrat in der Summe während des Versuchszeitraums insgesamt zugeführt wurde, um diese Werte im Anschluss mit denen aus der Literatur vergleichen zu können. Diese Berechnungen sind im Anhang in Abschnitt 9. (S. 228) aufgeführt und werden im Anschluss an die Darstellung der Ergebnisse und Auswertungen diskutiert.

In zwei- bis vierwöchigen Abständen fand eine mikroskopische Untersuchung der Entwicklung des Apikalmeristems der Pflanzen der verschiedenen Varianten der vier Arten bzw. Hybriden in den jeweiligen Versuchsreihen statt. Hierbei interessierte, ob der Apex sich noch im vegetativen Zustand befand, seine Teilung bei Umstimmung in die generative Phase begann oder bereits Blütenprimordien erkennbar waren. Hierfür wurden die Geräte zur digitalen Bildanalyse in den Gewächshausanlagen des Fachbereichs V der Technischen Fachhochschule Berlin in der Luxemburger Str. 10 genutzt. Aus den Trieben von ein bis zwei Pflanzen pro Variante wurden jeweils manuell frische Querschnitte

des Apikalmeristems angefertigt und per Durchsicht mit einem Lichtmikroskop des Typs H600 der Firma hund (Wetzlar) bei 40-, 100- und 200facher Vergrößerung untersucht. Mit Hilfe des daran angeschlossenen 3CCD Color Vision Camera Modules der Firma Donpisha erfolgte die Übertragung der Daten auf den Computer, wo die Bilder mit dem Programm ImageP2 der Firma H&K bearbeitet und digital gespeichert wurden. Eine Untersuchung des Apex fand bis zu dem Zeitpunkt statt, an dem die Infloreszenzinduktion mikroskopisch festgestellt wurde, außer wenn der Versuch bereits vorher beendet wurde. Die Beschreibung der beobachteten Entwicklung erfolgte analog zu den unter 3.3. beschriebenen Stadien der Infloreszenzbildung im Apikalmeristem.

Die Ergebnisse der drei Boniturmerkmale wurden mit dem Programm Excel erfasst, und anschließend zunächst die arithmetischen Mittel, Standardabweichungen und Variationskoeffizienten der verschiedenen Varianten zu den einzelnen Terminen der Versuche 2005 und 2006 berechnet und graphisch dargestellt. Bei diesen Abbildungen wurde für jedes Merkmal die gleiche Skalierung der Einheiten auf der Rubrikenachse gewählt, um die Vergleichbarkeit zwischen den Abbildungen verschiedener Termine bzw. Arten/Hybriden herzustellen. Außerdem erfolgte bei den Merkmalen Pflanzenhöhe und Triebanzahl die statistische weiterführende Auswertung der Ergebnisse des letzten Boniturtermins -und wenn dies auf Grund zu geringer Stichprobenumfänge nicht möglich war, die des letztmöglichen Termins- mit dem Programm Statgraphics Version 4.1.

Das Merkmal Blüten wurde zunächst nur quantitativ ausgewertet, und zwar die mittlere Blütentrieblänge, die durchschnittliche Anzahl an Blütentrieben pro Pflanze und an Infloreszenzanlagen pro Blütentrieb von ausschließlich denjenigen Individuen einer Variante, die sich im generativen Zustand befanden. Pro Variante wurde außerdem insgesamt der prozentuale Anteil generativer Pflanzen festgestellt. Eine weiterführende statistische Auswertung erfolgte nur bei den Ergebnissen des letzten Boniturtermins der Versuche 2006. Hierfür wurden nur die Daten der Pflanzen einer Variante verwendet, die sich im generativen Zustand befanden. Ferner wurden die Varianten miteinander nur dann hinsichtlich der durchschnittlichen Anzahl an Blütentrieben pro Pflanze und der Zahl der Blütenanlagen pro Blütentrieb verglichen, wenn sich mindestens 30 % ihrer Pflanzen im generativen Zustand befanden. Dies war nötig, um einen ausreichend grossen Stichprobenumfang für die statistischen Auswertungen und damit die Aussagefähigkeit der statistischen Vergleiche abzusichern. Hinzu kam schließlich, dass beim Merkmal „Zahl der Blütenanlagen pro Blütentrieb“ in die statistische Auswertung nur die



Daten derjenigen Blütentriebe eingingen, bei denen die Anzahl an Blütenanlagen auch zählbar war, d. h. wenn der Blütentrieb schon ausreichend weit entwickelt war. Die Ergebnisse der mittleren Blütentrieblänge wurden nicht statistisch miteinander verglichen, da in diese Rechnung die Länge von sowohl vollständig entwickelten als auch von noch im Wachstum befindlichen Blütentrieben einging, und ein solcher Vergleich damit nicht als aussagekräftig angesehen wurde.

Sowohl für die Versuche 2005 als auch 2006 wurden die zu den vier Arten/Hybriden gesammelten Daten jeweils einzeln ausgewertet. Die weiterführende statistische Auswertung erfolgte demnach für einen einfaktoriellen, randomisierten Versuch (A-R), da keine Störfaktoren vor Versuchsbeginn erkannt wurden. Der fixe Prüffaktor war demnach ausschließlich die jeweilige Variante. Erst in der Ergebnisdarstellung sollen Parallelen zwischen den Arten/Hybriden in ihrer Reaktion auf die Varianten identifiziert werden. In diesem Zusammenhang sei zu erwähnen, dass bei der Auswertung der Ergebnisse aller untersuchten Merkmale zwei Dezimalstellen gewählt wurden, damit die festgestellten signifikanten Unterschiede bzw. die daraus gebildeten homogenen Untergruppen eindeutig dargestellt werden konnten.

Bei allen statistischen Auswertungen mit dem Programm Statgraphics erfolgte -wenn möglich- die Durchführung einer Varianzanalyse. Dafür müssen die Voraussetzungen, nämlich das Vorliegen von Varianzhomogenität der Beträge der Residuen und die Normalverteilung der Residuen aller Messwerte, erfüllt sein (KÖHLER et al. 2002). Die Varianzhomogenität der Beträge der Residuen wird mit dem Levene-Test und die Normalverteilung der Residuen mit dem Shapiro-Wilk-Test mit jeweils  $\alpha = 10 \%$  geprüft. Sind beide Voraussetzungen erfüllt, kann eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Hilfe des F-Tests ( $\alpha = 5 \%$ , Prüffaktor „Variante“) durchgeführt werden. Die dort festgestellten signifikanten Unterschiede (bei einem errechneten P-Wert kleiner als 0,05) zwischen den Varianten können in einem nachfolgenden multiplen Mittelwertvergleich, in diesem Fall dem Tukey-Test, durch die Bildung homogener Untergruppen deutlich gemacht werden, d. h. welche der Varianten genau sich statistisch signifikant voneinander unterscheiden. Für den Tukey-Test wurde ebenfalls  $\alpha = 5 \%$  gewählt. In den Fällen, in denen das untersuchte Merkmal eine sehr hohe Streuung aufwies und der Stichprobenumfang nicht größer gewählt werden konnte, wurde  $\alpha$  ausnahmsweise auf  $10 \%$  erhöht, um die Wahrscheinlichkeit, signifikante Unterschiede zu übersehen, zu verringern.

Beim Vergleich von nur zwei Prüfgliedern (Varianten) kann bei Vorliegen der Varianzhomogenität und der Normalverteilung der Residuen der t-Test angeschlossen werden. Multiple Mittelwertvergleiche sind hierbei nicht notwendig. Liegt die Varianzhomogenität der Beträge der Residuen bei gleichzeitiger Normalverteilung der Residuen nicht vor, findet die Varianzanalyse mit dem approximativen t-Test statt.

Sind bei mehr als zwei Prüfgliedern die Voraussetzungen für den F- bzw. t-Test nicht oder nur teilweise erfüllt, d. h. ist keine Varianzhomogenität und/oder Normalverteilung der Residuen mit dem errechneten P-Wert kleiner als 0,1 gegeben, erfolgt die Rangvarianzanalyse mit dem Kruskal-Wallis-Test mit  $\alpha = 5\%$  (KÖHLER et al. 2002). Nachteil der Rangverfahren ist, dass durch die durch Zuordnung von Rangzahlen erfolgte Transformation der Daten der Informationsverlust hoch ist. Bei vorliegenden signifikanten Unterschieden, d. h. einem errechneten P-Wert kleiner als 0,05, wird der multiple Anschluss test von Nemenyi bei ungleichen Stichprobenumfängen durchgeführt. Dabei wird die absolute Differenz der im Kruskal-Wallis-Test berechneten Rangmittel jeweils zweier Prüfglieder errechnet und mit der kritischen Differenz von Nemenyi (abhängig von dem Stichprobenumfang des Prüfglieds, dem Gesamtstichprobenumfang und der Anzahl der Prüfglieder) verglichen. Ist die kritische Differenz von Nemenyi größer als die errechnete absolute Differenz der Rangmittel beider Prüfglieder, so liegen keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Prüfgliedern vor und umgekehrt. Der Test von Nemenyi wurde ebenfalls mit  $\alpha = 5\%$  durchgeführt und nur ausnahmsweise wurde -wie beim Tukey-Test-  $\alpha$  auf 10 % erhöht. Bei der Darstellung der signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten mittels homogener Untergruppen wurden die Mediane der Varianten mitaufgeführt, da sie in ihrer Lage denen der verglichenen arithmetischen Rangmittelwerte entsprechen und auf diese Weise die Bildung der homogenen Untergruppen nachvollziehbar wurde.

In einigen Fällen kam es bei den Daten dazu, dass zwar im Kruskal-Wallis-Test signifikante Unterschiede zwischen den Varianten aufgezeigt wurden, aber im angeschlossenen Test von Nemenyi selbst beim Hochsetzen des  $\alpha$  auf 10 % nicht festgestellt werden konnte, zwischen welchen Varianten diese Unterschiede lagen. In diesen Fällen wurden nicht multiple, sondern paarweise Vergleiche aller Varianten mit dem Mann-Whitney-Test und  $\alpha = 5\%$  durchgeführt. Dieser Test führt auch eine Rangtransformation der Da-

ten durch, vergleicht aber jeweils nur zwei Prüfglieder. Die Ergebnisse dieser paarweisen Vergleiche wurden auch in Form homogener Untergruppen zusammengefasst.

Es kam über die beschriebene statistische Auswertung hinaus nicht zu der Durchführung weiterer Prüfverfahren, wie z. B. der Korrelations- bzw. Regressionsanalyse, und zwar weil die gewonnenen Daten -wie bei der Untersuchung von nicht klonalem Pflanzenmaterial zu erwarten- mit wenigen Ausnahmen einen hohen bis sehr hohen Variationskoeffizienten bei ihrer Auswertung aufwiesen. Darüber hinaus konnte durch die nicht einheitliche Knollengröße des Ausgangsmaterials, d. h. durch das nicht einheitliche Alter des Ausgangsmaterials, der Einfluss dieses Faktors auf die Ergebnisse nicht ausgeschlossen werden. Schließlich waren auch bei dem Merkmal Blüte durch die Betrachtung ausschließlich generativer Pflanzen der Varianten die Stichprobenumfänge begrenzt. Es wurde deshalb davon Abstand genommen, die Ergebnisse auf Zusammenhänge bzw. Abhängigkeiten zwischen den untersuchten Merkmalen zu untersuchen.

## 5. Ergebnisse, Auswertungen und Diskussion

Im folgenden Abschnitt wird zunächst auf die Gewichtsverluste während der Lagerung der Knollen eingegangen und diese im Anschluss diskutiert (Abschnitt 5.1.). Danach werden mit der Darstellung der Beobachtungen während der Bonituren der verschiedenen Pflanzsätze die Versuchsergebnisse eingeleitet (Abschnitt 5.2.).

Darauf folgend werden nach Pflanzenart/Hybride getrennt die Auswertungen der in den Bonituren gewonnenen Daten für die Merkmale Höhe, Triebanzahl und Blüten vorgestellt und anschließend diskutiert (Abschnitte 5.3. bis 5.6.). Die Tab. A 2 bis 4 des Abschnitts 5. (S. 191) im Anhang geben in diesem Zusammenhang eine Übersicht über alle die für diese Auswertungen vorgenommenen statistischen Tests und ihre Ergebnisse (P-Wert). Die für alle Boniturdaten errechneten arithmetischen Mittel, Standardabweichungen und Variationskoeffizienten für die Merkmale sind nach Arten/Hybriden getrennt in den Tab. A 5 bis 33 der Abschnitte 6. und 7. des Anhangs (ab S. 194) dargestellt.

Abschließend werden in Abschnitt 5.7. die bei den mikroskopischen Untersuchungen festgestellten Stadien der morphologischen Veränderungen des Apikalmeristems während der Infloreszenzinduktion exemplarisch an *Freesia laxa* illustriert. Die Stadien der Infloreszenzinduktion der weiteren untersuchten Arten/Hybriden sind im Abschnitt 8. des Anhangs (ab S. 223) mit den Abb. A 2 bis 13 einzusehen.

## 5.1. Masseverluste während der Lagerung der Knollen für die Versuche 2005 und 2006

### 5.1.1. Ergebnisse und Auswertungen zu den Masseverlusten während der Lagerung der Versuche 2005

In Tab. 5 wird eine Übersicht über die während der Lagerung aufgetretenen Masseverluste der für die Versuche 2005 verwendeten Knollen der vier Arten/Hybriden gezeigt:

Tab. 5: Quantifizierte Masseverluste der jeweils 125 Knollen jeder untersuchten Art bzw. Hybride während der Lagerung (Versuche 2005)

Pflanzenart bzw. Hybride	<i>Freesia laxa</i>	<i>Sparaxis</i>	<i>Tritonia deusta</i>	<i>Tritonia securigera</i>
Gesamtmasse Anfangsmessung	284 g	270 g	326 g	386 g
Gesamtmasse zur Pflanzung	235 g	201 g	223 g	296 g
Lagerungsdauer in Monaten	3,0	2,5	3,0	3,0
Masseverlust gesamt	14,5 %	23,3 %	29,5 %	20,2 %
<b>mittlerer Masseverlust pro Monat</b>	<b>4,8 %</b>	<b>9,3 %</b>	<b>9,8 %</b>	<b>6,7 %</b>

Die Daten der Tabelle machen deutlich, dass der durchschnittliche Masseverlust bei einer Warmlagerung der Knollen der untersuchten Pflanzenarten/Hybriden bei über 20 °C monatlich rund 5 - 10 % beträgt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Lagerung der Knollen für den Anfangssatz nach dem Wiegen für einen halben bis einen Monat bei der „New Plant Nursery“ in George/Südafrika stattfand, bei der zwar die Temperatur, nicht aber die Luftfeuchte kontrolliert werden konnte.

### 5.1.2. Ergebnisse und Auswertungen zu den Masseverlusten während der Lagerung der Versuche 2006

Tab. 6 stellt die während der Lagerung aufgetretenen Masseverluste der für den Spätsommersatz der Versuche 2006 verwendeten Knollen dar. Das Gewicht der Knollen, die im Frühjahrssatz Verwendung fanden, wurde nicht festgestellt, da sie sofort nach dem Export aktiviert und im Anschluss gepflanzt wurden.

Tab. 6: Quantifizierte Masseverluste der jeweils 350 (Lagerung bei 22 °C) bzw. 50 (Lagerung bei 2 °C) Knollen jeder untersuchten Art bzw. Hybride während der Lagerung (Versuche 2006)

Pflanzenart bzw. Hybride	<i>Freesia laxa</i>		<i>Sparaxis</i>		<i>Tritonia deusta</i>		<i>Tritonia securigera</i>	
Lagertemperatur	22 °C	2 °C	22 °C	2 °C	22 °C	2 °C	22 °C	2 °C
Gesamtmasse Anfangsmessung	617 g	72 g	608 g	71 g	705 g	91 g	897 g	101 g
Gesamtmasse zur Pflanzung	438 g	65 g	398 g	60 g	491 g	81 g	613 g	88 g
Lagerungsdauer in Monaten	4,0	3,5	4,0	3,5	4,0	3,5	4,0	3,5
Masseverlust gesamt	29,1 %	10,7 %	34,5 %	16,5 %	30,4 %	11,3 %	31,7 %	12,2 %
<b>mittlerer Masseverlust pro Monat</b>	<b>7,3 %</b>	<b>3,1 %</b>	<b>8,6 %</b>	<b>4,7 %</b>	<b>7,6 %</b>	<b>3,2 %</b>	<b>7,9 %</b>	<b>3,5 %</b>

Die Daten in Tab. 6 lassen klar erkennen, dass die Kaltlagerung der Knollen bei rund 2 °C geringere Masseverluste (insgesamt und pro Monat) zur Folge hatte, als eine Lagerung bei 22 °C. Bis auf *Freesia laxa* waren die Masseverluste bei allen Arten/ Hybriden prozentual gesehen bei den kalt gelagerten Knollen z. T. weniger als halb so groß, wie bei den warm gelagerten Knollen.

### 5.1.3. Diskussion der Masseverluste während der Lagerung

Tab. 5 und Tab. 6 haben deutlich gemacht, dass sich der durch Respiration, Transpiration und andere Prozesse bedingte Masseverlust der Knollen während der Lagerung mit Hilfe einer Kaltlagerung deutlich reduzieren lässt. Dies ist bei allen untersuchten Arten/Hybriden der Fall. Der Grund dafür könnte das von RUPPRECHT (1988) für Freesien angesprochene „Hemmen“ der Knollen, d. h. die Reduzierung ihrer physiologischen Aktivität bei niedrigen Lagertemperaturen, sein. Während dieser Kaltlagerung waren jedoch die Masseverluste bei allen hier untersuchten Arten bzw. Hybriden höher als bei den von GILBERTSON-FERRISS et al. (1981a) untersuchten Freesien (vgl. Abschnitt 3.4.1.2.).

Zu beachten ist bei dem Vergleich von warm gelagerten Knollen, dass die Lagerung für den Spätsommersatz (vier Monate) länger als für den Anfangssatz (ein bis drei Monate) war (bei beiden Sätzen kommt noch eine drei- bis viermonatige Warmlagerung in Südafrika vor dem Export hinzu). Fraglich ist in diesem Zusammenhang, ob die Respi-

rationsverluste über den Lagerzeitraum hinweg gleichmäßig sind, oder ob sie mit zunehmender Lagerdauer geringer werden. Auf einen solchen Zusammenhang weisen die Daten der beiden genannten Tabellen hin: Bis auf die Knollen von *Freesia laxa* sind bei den warm gelagerten Knollen die durchschnittlichen Masseverluste pro Monat bei längerer Lagerung geringer als bei der jeweiligen Art/Hybride während einer kürzeren Lagerung. Ein weiterer Faktor mag in diesem Zusammenhang sein, dass die Lagerung der Knollen für den Spätsommersatz mindestens einen Monat länger unter kontrollierten Bedingungen in Berlin stattfand. So könnte es in dieser Zeit weniger zu dem von RUPPRECHT (1988) für Freesien beschriebenen Vertrocknen der Knollen bei zu geringer Luftfeuchte gekommen sein. Das Dormanzbedürfnis aller importierter Knollen war nach drei- bis viermonatiger Warmlagerung, d. h. bei einer Ernte der Knollen bei der „New Plant Nursery“ in George/Südafrika im Dezember, de facto bereits vor dem Export erfüllt. Dass die Knollen von *Freesia laxa* für den Anfangssatz während der Lagerung geringere monatliche Masseverluste aufwiesen, als die für den Spätsommersatz, könnte mit dem erwähnten *Fusarium*-Befall der Knollen zu tun haben. So weist die hohe Ausfallsrate der Knollen des Anfangssatzes darauf hin, dass bereits zu diesem Zeitpunkt ein Teil der Knollen mit dem Pilz befallen war, und so die Knollen einen ganz anderen Metabolismus durchliefen, als im normalen Fall.

In diesem Zusammenhang gilt zu beachten, dass bei der handelsüblichen Freesien-Kultur die Kaltlagerung zeitlich vor der Warmlagerung erfolgt (HORN 1996). In den realisierten Versuchen dagegen war die Abfolge umgekehrt. Die so durchgeführte Kaltlagerung bewirkte bei allen untersuchten Arten/Hybriden eine frühe Umstimmung des Apex in die generative Phase, nämlich sechs bis neun Wochen nach der Pflanzung. Bei *Freesia laxa* war Variante 6 sogar die einzige Variante, die zu dem genannten Zeitpunkt bereits Infloreszenzprimordien aufwies.

Die Kaltlagerung wirkte sich für *Freesia laxa* generell positiv aus. Die Variante 6 im Spätsommersatz der Versuche 2006 wies ein gutes Wachstum auf, fing sieben Wochen früher an zu blühen und wies prozentual mehr blühende Pflanzen im Bestand sowie die höchste Anzahl an Blüentrieben im Vergleich zu den anderen Varianten auf (vgl. genauere Ausführungen zu Variante 6 in Abschnitt 5.3.). Nur bei der Anzahl an Blütenanlagen pro Blüentrieb lag sie signifikant geringer als die der Varianten 2 und 7. Vorteilhaft war weiterhin, dass die Pflanzen von Variante 6 kompakter als alle anderen

in diesem Satz realisierten Varianten (außer Variante 5) blieben und nur signifikant weniger Triebe als die Varianten 1 und 5 aufwiesen. Es liegt nahe, das kompakte Wachstum durch die früh erfolgte Infloreszenzinduktion und die damit beendete Blattneubildung der Pflanzen, die einen Blütentrieb anlegen, zu erklären, da sie in diesem Prozess -wie von REES (1984) beschrieben- ihre Apikaldominanz aufgeben.

Dagegen scheint die durchgeführte Kaltlagerung der Knollen für Variante 6 bei den anderen drei untersuchten Arten/Hybriden im Versuchsverlauf negative Folgen gehabt zu haben (vgl. genauere Ausführungen zu Variante 6 in den Abschnitten 5.4., 5.5. und 5.6.). So wiesen die Pflanzen der *Sparaxis*-Hybriden und von *Tritonia deusta* bei dieser Variante ein zu schwaches und unregelmäßiges Wachstum auf. Auch die Pflanzen von *Tritonia securigera* schienen in ihrer Entwicklung stecken geblieben zu sein. Variante 6 wies bei *Sparaxis*-Hybriden, *Tritonia deusta* und *Tritonia securigera* außerdem die geringste Triebanzahl aller Varianten auf, obwohl diese sich nur bei den beiden letztgenannten Arten signifikant von mehr als einer anderen Variante, nämlich von allen anderen Varianten bis auf Variante 3, unterschied. Der Anteil blühender Pflanzen lag bei Variante 6 der *Sparaxis*-Hybriden bei nur knapp 10 % und von *Tritonia securigera* bei 0 %. Nur die Variante 6 von *Tritonia deusta* verhielt sich ähnlich wie die von *Freesia laxa*, da sie früher als alle anderen Varianten zu blühen begann. Insgesamt wies sie den dritthöchsten Anteil (45 %) blühender Pflanzen innerhalb der Varianten von *Tritonia deusta* auf. Die Blütentriebe konnten allerdings in ihrer äußeren Qualität nicht überzeugen, obwohl sie sich sowohl in der Anzahl von Blütentrieben pro Pflanze, als auch der Anzahl von Blütenanlagen pro Blütentrieb nur signifikant von Variante 7 unterschieden.

Generell kann deshalb eine Kaltlagerung nach Erfüllen des Dormanzbedürfnisses nur für *Freesia laxa* empfohlen werden. Sie reduzierte hier nicht nur die Masseverluste um mehr als die Hälfte im Vergleich zu einer Warmlagerung, sondern führte zu einem kompakten Wachstum, einer frühen Infloreszenzinduktion und auch in der Folge zu einer frühen und ausreichend starken Blüte. Die niedrigen Lagertemperaturen der Kaltlagerung bewirkten auch bei den anderen untersuchten Arten/Hybriden eine frühe Infloreszenzinduktion, jedoch war die weitere Pflanzenentwicklung nicht befriedigend. Das von RUPPRECHT (1988) für Freesien angesprochene „Hemmen“ der Knollen kann in diesem Zusammenhang als kritisch angesehen werden. Die niedrigeren Masseverluste während der Kaltlagerung bestätigen zwar einen verringerten Stoffwechsel der Knollen,

es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass im Apikalmeristem potentiell blühender Triebknospen eine Differenzierung des Apex hin zur Infloreszenzinduktion durch den Kältereiz bereits ansatzweise während der Lagerung stattgefunden haben muss, um eine frühere Infloreszenzinduktion zu ermöglichen.

## 5.2. Allgemeine Beobachtungen während der Versuche 2005 und 2006

### 5.2.1. Allgemeine Beobachtungen während der Versuche 2005

Der Anfangssatz der Versuche war gekennzeichnet durch die hohen Temperaturen während der Sommermonate in Berlin (vgl. Klimadaten im Anhang S. 231), sowie die schlechte Regulierbarkeit der Kulturtemperatur in dem Versuchsgewächshaus in der Altensteinstraße. Dadurch bedingt mussten häufige Pflanzenschutzmaßnahmen durchgeführt werden, wobei die Pflanzen der *Sparaxis*-Hybriden und von *Freesia laxa* mehr von Schädlingen befallen wurden, als die beider *Tritonia*-Arten.

Der Austrieb vollzog sich am zügigsten und gleichmäßigsten bei den *Sparaxis*-Hybriden; er war am langsamsten und ungleichmäßigsten bei den Pflanzen von *Freesia laxa*. Im Versuchsverlauf traten bei allen Pflanzenarten/Hybriden braune Blattspitzen auf, die sich voneinander unterschieden und mit folgender Abb. 19 illustriert werden:

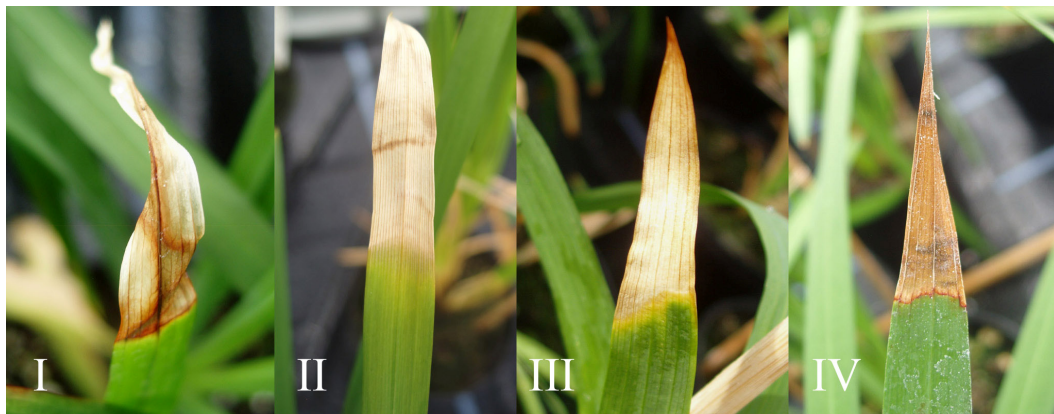


Abb. 19: Braune Blattspitzen bei *Freesia laxa* (I), *Sparaxis*-Hybriden (II), *Tritonia deusta* (III) und *Tritonia securigera* (IV) (Fotos EHRICH, 28.06.06)

Die Ursachen der braunen Blattspitzen werden weiter in den Abschnitten 5.3. bis 5.6. diskutiert. Mit der im Anfangssatz durchgeführten Kaliumsulfatdüngung bzw. einer wöchentlichen Flüssigdüngung konnte das Auftreten brauner Blattspitzen bei beiden *Tritonia*-Arten etwas reduziert werden. Insgesamt machten bei allen Arten/Hybriden die



im Verlauf des Anfangssatzes umgetopft und wöchentlich flüssig gedüngten Pflanzen einen ansprechenderen Eindruck als die übrigen Pflanzen. Folgende Ausfälle wurden bei den Bonituren festgestellt:

- o *Freesia laxa*: 62 nicht ausgetrieben (von 102 Pflanzen), also 61 %
- o *Sparaxis*-Hybriden: 5 im Laufe des Versuchs (von 100 Pflanzen), also 5 %
- o *Tritonia securigera*: 18 nicht ausgetrieben (von 102 Pflanzen), also 18 %

Angaben zu der Ausfallrate von *Tritonia deusta* können nicht gemacht werden, da sich im Verlauf des Versuchs herausstellte, dass es sich bei Pflanzen dieser Art um einen Mischbestand zwischen *Tritonia deusta* und *Tritonia securigera* handelte. Die Knollen dieser beiden Arten waren offensichtlich bei der Anzucht bei der „New Plant Nursery“ in George/Südafrika vermischt worden. Da die Speicherorgane dieser beiden Arten während ihrer Dormanz sehr ähnlich aussehen und auch einen sehr ähnlichen Habitus beim Austrieb aufweisen, wurde diese Tatsache erst im Vegetationsverlauf des Satzes festgestellt. Die Boniturdaten dieser *Tritonia securigera* Pflanzen wurden, soweit es möglich war, nicht in die Auswertung und statistischen Vergleiche miteinbezogen.

Zum Aussortieren der auf Grund der hohen Sommertemperaturen einziehenden Pflanzen kam es sukzessive während des Versuchsverlaufs. Bei den *Sparaxis*-Hybriden wurde das komplette Abtrocknen der ersten Pflanzen trotz weitergeführter Bewässerung rund vier Monate nach der Pflanzung festgestellt. Bei den beiden *Tritonia*-Arten kam es nicht zu einer solchen Abtrocknung, hier vergilbten lediglich die ersten ein bis zwei Austriebsblätter, ähnlich bei *Freesia laxa*, die die Sommerhitze von allen untersuchten Arten/Hybriden am Besten überstand.

Auf den Ende Oktober des Anfangssatzes durchgeführten Umzug der im Versuch bleibenden Pflanzen in die Versuchsgewächshäuser der Lentzeallee 55, sowie auf die jahreszeitlich bedingte Senkung der Außentemperatur bzw. die abnehmende Tageslänge bzw. tägliche Lichtmenge reagierten vor allem die Pflanzen von *Freesia laxa* mit einem Wachstumsschub. Dies wurde auch in geringerem Umfang bei den Pflanzen der restlichen Arten/Hybriden beobachtet. Vom Zeitpunkt des Umzugs in die neuen -mit einer automatisch gesteuerten Klimaführung ausgestatteten- Versuchsanlagen, bis zur letzten Bonitur konnte das angestrebte Temperaturregime vollständig realisiert werden.

## 5.2.2. Allgemeine Beobachtungen während der Versuche 2006

### 5.2.2.1. Frühjahrssatz

Der Frühjahrssatz der Versuche 2006 war trotz des vorgezogenen Pflanztermins im Vergleich zum Anfangssatz 2005 ebenfalls stark von den hohen Temperaturen ab Mitte April bis zur letzten Bonitur im Oktober geprägt (vgl. Klimadaten im Anhang S. 232). Das angestrebte Temperaturregime wurde in der Regel tagsüber immer überschritten.

Ähnlich wie bei dem Anfangssatz verlief während des Frühjahrssatzes der Austrieb der *Sparaxis*-Hybriden am zügigsten und der der Pflanzen von *Freesia laxa* am langsamsten. Folgende Ausfälle traten während des Versuchszeitraumes auf:

- o *Freesia laxa*: 43 nicht ausgetrieben/im Versuch (von 400 Pflanzen), also 11 %
- o *Sparaxis*-Hybriden: 6 nicht ausgetrieben/im Versuch (von 400 Pflanzen), also 2 %
- o *Tritonia deusta*: 13 nicht ausgetrieben/im Versuch (von 400 Pflanzen), also 3 %
- o *Tritonia securigera*: 2 nicht ausgetrieben/im Versuch (von 400 Pflanzen), also 1 %

Auch hier traten im Versuchsverlauf erneut die bereits bei den Versuchen 2005 festgestellten braunen Blattspitzen an den untersuchten Arten/Hybriden auf. Diese waren bei der Variante 5, d. h. allen Pflanzen, die in der Klimakammer standen, wesentlich geringer ausgeprägt und traten später auf, als bei den Pflanzen im Gewächshaus. Hier traten sie zuerst bei den beiden *Tritonia*-Arten auf (vor allem bei den Varianten 8, 9 und 11), dann bei den *Sparaxis*-Hybriden (bei allen Varianten gleichmäßig) und schließlich auch bei *Freesia laxa*. Bei den *Sparaxis*-Hybriden führte das Abtrocknen der Blätter im fortschreitenden Stadium zu einer Vergilbung des ganzen Triebes bzw. der ganzen Pflanze, was in Abb. 20 gezeigt wird:



Abb. 20: Verbräunende *Sparaxis*-Hybriden (Foto EHRICH, 09.08.06)

Bei *Freesia laxa* trat die Blattspitzenverbräunung erst nach einer Dimethoat-Behandlung auf, so dass eine bestehende Empfindlichkeit dieser Art gegenüber diesem Wirkstoff vermutet wurde. Die unbehandelten *Freesia laxa* Pflanzen der Variante 5, die in der Klimakammer standen, wiesen keine negativen Symptome auf. Die außerdem an den Pflanzen festgestellten, vermutlich der Trockenfäule zuzuschreibenden und in Abb. 21 dargestellten, braunen Blattläsionen an den Blättern von *Freesia laxa* waren besonders ausgeprägt bei Variante 11. Ferner wurden an einigen Ausfällen von *Freesia laxa* -unabhängig von der Variante- virusähnliche Symptome festgestellt (Abb. 22).



Abb. 21: Mögliche Trockenfäulesymptome bei *Freesia laxa* (Foto EHRICH, 20.12.06)



Abb. 22: Mögliche Virussympptome bei *Freesia laxa* (Foto EHRICH, 15.01.07)

Trotz intensiver Bemühungen bei der „New Plant Nursery“ in George/Südafrika, wurden in den Beständen aller Varianten von *Tritonia deusta* erneut im Versuchsverlauf Pflanzen von *Tritonia securigera* festgestellt, allerdings in einem deutlich geringerem Umfang als im Anfangssatz. Auch hier wurde versucht, die Boniturdaten dieser Pflanzen soweit wie möglich aus den Ergebnissen von *Tritonia deusta* zu eliminieren.

#### 5.2.2.2. Spätsommersatz

Der Spätsommersatz der Versuche 2006 war durch die abnehmende Lichtintensität in den Wintermonaten geprägt, auf die die untersuchten Arten/Hybriden unterschiedlich reagierten. Die angestrebte Temperaturführung im Gewächshaus ab Mitte Oktober, d. h. einen Monat nach der Pflanzung, konnte tags und nachts bis zum Ende der Versuche vollständig realisiert werden. Pflanzenschutzmaßnahmen gegen Trauermücken und Thripsarten waren nur zu Anfang der Versuche notwendig und ab November bis zum Ende der Versuchsreihe im Februar 2007 nicht mehr.

Der Austrieb verlief ähnlich wie bei den vorangegangenen Versuchssätzen bei den *Sparaxis*-Hybriden am Schnellsten und bei *Freesia laxa* am Langsamsten. Folgende Ausfälle wurden während des Satzes festgestellt:

- o *Freesia laxa*: 114 nicht ausgetrieben/im Versuch (von 400), d. h. 29 %
- o *Sparaxis*-Hybriden: 81 nicht ausgetrieben/im Versuch (von 400), d. h. 20 % [davon 30 bei Variante 6, d. h. 37 % der Ausfälle]
- o *Tritonia deusta*: 45 nicht ausgetrieben/im Versuch (von 400), d. h. 11 % [davon 24 bei Variante 6, d. h. 53 % der Ausfälle]
- o *Tritonia securigera*: 45 nicht ausgetrieben/im Versuch (von 400), d. h. 11 %

Diese Ausfälle waren bei *Freesia laxa* und *Tritonia securigera* recht gleichmäßig über die einzelnen Varianten verteilt. Bei den *Sparaxis*-Hybriden und *Tritonia deusta* machten die Ausfälle von Variante 6 den Hauptanteil (37 - 53 %) der Ausfälle aus. Bei dieser Variante hatte sich der Großteil der Knollen verpuppt (Abb. 23). Dabei hatten die meisten verpuppten Knollen von *Tritonia deusta* gar nicht ausgetrieben, die der *Sparaxis*-Hybriden nur zögerlich und mit sehr dünnen Trieben.



Abb. 23: Verpuppte Knolle von *Tritonia deusta* (Foto EHRICH, 21.11.06)

Darüber hinaus fällt beim Vergleich der Ausfallraten der Versuche 2006 auf, dass diese während des Frühjahrssatzes wesentlich niedriger waren, als während des Spätsommersatzes. Dies spricht dafür, dass die Qualität der Knollen während der Lagerung durch Masseverluste abnahm und sich dies auf die Austriebsfähigkeit bzw. das spätere Wachstum der Pflanzen nachteilig auswirkte.

Die Annahme, dass *Freesia laxa* empfindlich gegenüber dem Wirkstoff Dimethoat ist, bestätigte sich hier erneut. Braune Blattspitzen an *Freesia laxa* Pflanzen in allen Versuchsvarianten traten kurz nach einer Gießbehandlung mit diesem Wirkstoff auf und später bei den neu austreibenden Blättern nicht mehr. Interessanterweise waren die Pflanzen der Variante 4, die am wärmsten kultiviert wurden, stärker betroffen als die der anderen Varianten, die kühler kultiviert wurden (Abb. 24). Die *Freesia laxa*-Pflanzen der Variante 5, die in der Klimakammer standen und nicht behandelt wurden, wiesen keine Symptome auf. Es traten darüber hinaus, wie im Frühjahrssatz der Trockenfäule zugeschriebene, braune Blattläsionen an den Blättern auf, die bei der am wärmsten kultivierten Variante 4 am stärksten ausgeprägt waren. Ebenfalls zeigten sich erneut an einigen Ausfällen variantenunabhängig die bereits erwähnten virusähnlichen Symptome.

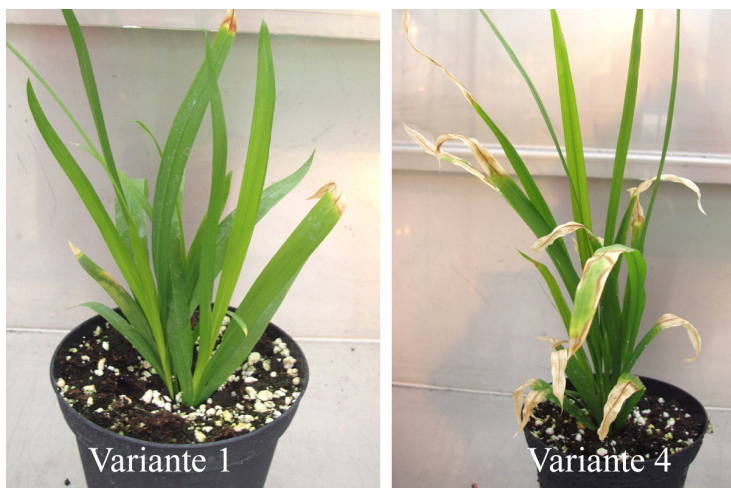


Abb. 24: Möglicher Dimethoat-Schaden an *Freesia laxa* (Fotos EHRICH, 21.11.06)

Bei den beiden *Tritonia*-Arten traten die braunen Blattspitzen während des Spätsommersatzes in wesentlich geringerem Umfang auf, als bei allen den bisher durchgeführten Sätzen. Bei *Tritonia securigera* waren sehr wenige bis gar keine braune Blattspitzen (Variante 7) bei den Bonituren festzustellen, und auch bei *Tritonia deusta* war ihr Auftreten reduziert. Bei den *Sparaxis*-Hybriden waren braune Blattspitzen und das spätere Vergilben von Teilen dieser Pflanzen trotz einer optimalen Temperaturführung nach vier

Monaten im Bestand deutlich zu erkennen. Praktisch keine Symptome wiesen die Pflanzen von Variante 7 auf, und auch bei denen von Variante 9 waren sie weniger ausgeprägt als bei allen anderen Varianten. Insgesamt betrachtet traten die braunen Blattspitzen, ähnlich wie im Frühjahrssatz, bei den Pflanzen der Variante 5 in der Klimakammer im Versuchsverlauf später und weniger ausgeprägt auf. Die Pflanzen aller Arten/Hybriden der Variante 4, die am wärmsten kultiviert wurden, waren wesentlich stärker und früher betroffen, als alle Pflanzen in der kühler gefahrenen Kabine.

Vergleichbar mit dem Frühjahrssatz der Versuche 2006 wurden die erhobenen Boniturdaten der falsch aufkommenden *Tritonia securigera* Pflanzen in den Varianten von *Tritonia deusta* soweit möglich aus den Auswertungen herausgelassen.

### **5.3. *Freesia laxa***

#### **5.3.1. Boniturergebnisse und statistische Auswertungen von *Freesia laxa***

##### 5.3.1.1. Anfangssatz

##### **i. Merkmal Höhe:**

Die Entwicklung der *Freesia laxa*-Pflanzen (vgl. Tab. A 5 im Anhang S. 194) war gekennzeichnet vom Umzug in die neuen Gewächshausanlagen in Kalenderwoche 44. Zunächst wuchsen die Pflanzen bis zu einer durchschnittlichen Höhe von rund 24 cm. Auf die bessere Klimaregulierung am neuen Standort und die jahreszeitlich abnehmende Tageslänge bzw. Lichtmenge reagierten sie mit einem Wachstumsschub, der bis zum Beginn des nächsten Jahres anhielt und sie eine Höhe von rund 60 cm erreichen ließ. Dabei war die Entwicklung der wöchentlich gedüngten Pflanzen ähnlich der der übrigen Pflanzen im Versuch. Beim Vergleich der Boniturdaten in Kalenderwoche 13 ergab sich beim t-Test mit  $P = 0,3262$  kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Varianten.

##### **ii. Merkmal Triebanzahl:**

Ähnlich wie bei dem Merkmal Höhe, war nach dem Umzug der Pflanzen bei der Triebanzahl ein Wachstumsschub an den Pflanzen erkennbar (vgl. Tab. A 6 im Anhang S. 195). Nach zunächst durchschnittlich rund vier Trieben stieg diese Zahl auf über 6 bis zum Ende des Jahres. Der approximative t-Test zum Vergleich der Daten der Bonitur in Kalenderwoche 13 zeigte sich mit  $P = 0,4827$  keinen statistisch signifikanter Unterschied zwischen den wöchentlich gedüngten und den restlichen Pflanzen im Versuch.



### iii. Merkmal Blüte:

Die ersten Infloreszenzprimordien wurden anlässlich der mikroskopischen Untersuchung des Apikalmeristems in Kalenderwoche 37 festgestellt, d. h. 12 Wochen nach der Pflanzung (zu den Stadien der Infloreszenzinduktion bei *Freesia laxa* siehe Abschnitt 5.7.). Bei der Bonitur in Kalenderwoche 38 war eine der Pflanzen im Versuch generativ, blieb jedoch die einzige blühende Pflanze bis Kalenderwoche 46. In der Kalenderwoche 5 waren von den wöchentlich gedüngten Pflanzen 66,66 % generativ und in Kalenderwoche 9 alle. In Kalenderwoche 7 wiesen von den restlichen Pflanzen im Versuch 50,00 % Blütentriebe auf, in Kalenderwoche 13 blühten alle Pflanzen, d. h. insgesamt etwas später als die wöchentlich gedüngten. Die Blütentriebe der wöchentlich gedüngten Pflanzen wiesen zu diesem Zeitpunkt im Mittel knapp drei Blütenanlagen (2,76) und etwas über einen Blütentrieb (1,32) mehr auf, als die restlichen Pflanzen im Versuch.

#### 5.3.1.2. Frühjahrssatz

### i. Merkmal Höhe:

Die Höhenentwicklung der neun realisierten Varianten im Laufe des Frühjahrssatzes (vgl. Tab. A 12 im Anhang S. 201) wird in nachfolgender Abb. 25 zusammengefasst:

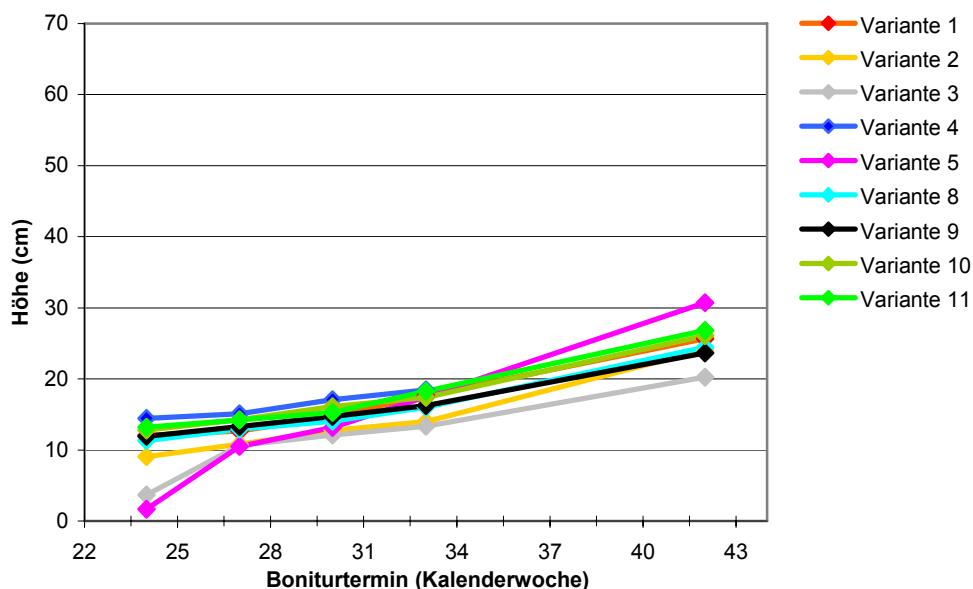


Abb. 25: Entwicklung der mittleren Pflanzenhöhe der Varianten von *Freesia laxa* während des Frühjahrssatzes

Es ist deutlich zu erkennen, dass die Pflanzen aller Varianten über den Versuchszeitraum ein recht gleichmäßig verlaufendes Höhenwachstum aufwiesen, wobei der Aus-

trieb von Variante 2 und 3 am unregelmäßigsten war. Beim Vergleich der Boniturdaten des letzten Boniturtermins ließen sich mit dem an den Kruskal-Wallis-Test angeschlossenen Test von Nemenyi in Tab. 7 folgende homogene Untergruppen bilden:

Tab. 7: Mediane, arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Höhe von *Freesia laxa* der Kalenderwoche 42 (Frühjahrssatz):

Variante	Mediane (cm)	Homogene Untergruppen	Arithmetische Mittel der Höhe (cm)
Variante 3	20,00	a	20,21
Variante 9	23,00	ab	23,64
Variante 8	23,00	b	24,48
Variante 2	23,00	b	24,08
Variante 1	24,00	b	25,67
Variante 10	25,50	b	26,07
Variante 11	27,00	b	26,82

Bei den Medianen, die bei den homogenen Untergruppen gleiche Buchstaben aufweisen, unterschieden sich die entsprechenden Rangmittel nicht signifikant im Test von Nemenyi ( $\alpha = 5\%$ ).

In Tab. 7 wird deutlich, dass die Pflanzen der Variante 3 im Mittel am kleinsten blieben, gefolgt von den Varianten 9 und 8. Die größte Pflanzenhöhe wies die Variante 11 auf, wobei sie sich nicht signifikant von allen anderen Varianten außer Variante 3 unterschied.

Die Varianten 4 und 5 wurden bereits in Kalenderwoche 33 letztmalig bonitiert. Ein statistischer Vergleich mit der Kontrolle (Variante 1) zu diesem Zeitpunkt ergab mit  $P = 0,8092$  beim Kruskal-Wallis-Test, dass sich alle drei Varianten nicht signifikant hinsichtlich ihrer Höhe unterschieden.

## **ii. Merkmal Triebanzahl:**

Die Entwicklung der mittleren Triebanzahl (vgl. Tab. A 13 im Anhang S. 202) verlief ähnlich gleichmäßig wie die der Höhe, wobei deutlichere Unterschiede zwischen den verschiedenen Varianten vorlagen (Abb. 26).



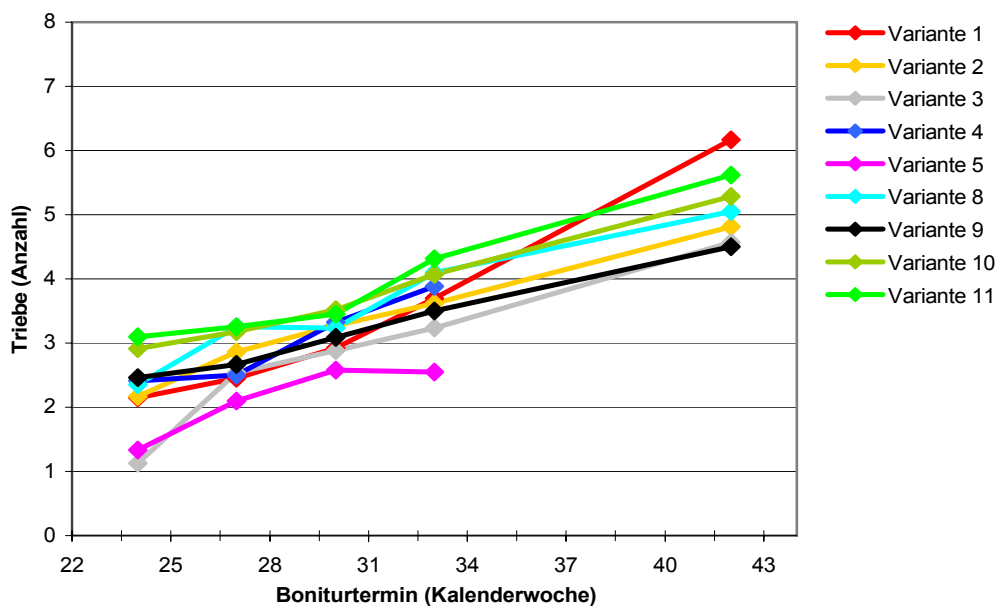


Abb. 26: Entwicklung der mittleren Triebanzahl der Varianten von *Freesia laxa* während des Frühjahrssatzes

Die weiterführende Untersuchung der Boniturergebnisse der Kalenderwoche 42 wies mit  $P = 0,0177$  beim Kruskal-Wallis-Test auf signifikante Unterschiede zwischen den Varianten hin. Da aber im Test von Nemenyi diese signifikanten Unterschiede nicht deutlich wurden, erfolgten paarweise Vergleiche von jeweils zwei Varianten mit dem Mann-Whitney-Test. Die hier festgestellten signifikanten Unterschiede wurden in homogenen Untergruppen zusammengefasst und sind in Tab. 8 dargestellt.

Tab. 8: Arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Triebanzahl von *Freesia laxa* der Kalenderwoche 42 (Frühjahrssatz):

Variante	Arithmetische Mittel der Triebanzahl	Homogene Untergruppen
Variante 9	4,50	a
Variante 3	4,57	a
Variante 2	4,81	a
Variante 10	5,29	ab
Variante 8	5,05	ab
Variante 11	5,62	ab
Variante 1	6,17	b

Die arithmetischen Mittel, die bei den homogenen Untergruppen die gleichen Buchstaben aufweisen, unterschieden sich nicht signifikant im paarweisen Mann-Whitney-Test mit  $\alpha = 5\%$ . Da die Rangmittel der einzelnen Varianten in jedem der durchgeführten paarweisen Vergleiche verschieden sind, wurden ihre Mediane hier nicht dargestellt.

Die gebildeten homogenen Untergruppen zeigen, dass die mittlere Triebanzahl der Kontrolle signifikant höher als die der Varianten 9, 3 und 2 war, sie sich aber bei diesen vier Varianten nicht signifikant von der der Varianten 8, 10 und 11 unterschied.

Die Ergebnisse der bereits vor Kalenderwoche 42 aus dem Versuch genommenen Varianten 4 und 5 wurden ebenfalls statistisch ausgewertet. Dazu wurden ihre Boniturdaten in Kalenderwoche 33 mit der Kontrolle verglichen. Der Kruskal-Wallis-Test ergab mit  $P = 0,0444$  signifikante Unterschiede zwischen den drei Varianten. Die Ergebnisse des angeschlossenen Tests von Nemenyi sind in Tab. 9 dargestellt. Wie an den homogenen Untergruppen zu erkennen ist, unterschieden sich die Varianten 4 und 5 in ihrer Triebanzahl signifikant voneinander, beide jedoch nicht signifikant von Variante 1.

Tab. 9: Mediane, arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Triebanzahl von *Freesia laxa* der Kalenderwoche 33 (Frühjahrsatz):

Variante	Mediane	Homogene Untergruppen	Arithmetische Mittel der Triebanzahl
Variante 5	2,00	a	2,55
Variante 1	4,00	ab	3,69
Variante 4	4,00	b	3,88

Bei den Medianen, die bei den homogenen Untergruppen gleiche Buchstaben aufweisen, unterschieden sich die entsprechenden Rangmittel nicht signifikant im Test von Nemenyi ( $\alpha = 10\%$ ).

### iii. Merkmal Blüte:

Bei der mikroskopischen Untersuchung des Apex konnte in der Kalenderwoche 32, d. h. 10 (bei Variante 3) bzw. 12 Wochen (bei den anderen Varianten) nach der Pflanzung bei den Varianten 3, 5 und 8 die Anlage von Infloreszenzprimordien und eine Wölbung des Apex (Stadium II) bei Variante 1 festgestellt werden. Bei der nächsten Untersuchung in Kalenderwoche 39 blühten alle Varianten (bis auf Variante 5 und die zu diesem Zeitpunkt bereits aus dem Versuch genommene Variante 4) bereits im Gewächshaus.

Bei den Pflanzen von Variante 5, die bei der Bonitur in Kalenderwoche 39 keine Blüten aufwiesen und in ein warmes Gewächshaus zum Abtrocknen geräumt wurden, erfolgte die Blüte dann trotz beendeter Bewässerung unter den gegebenen wärmeren Bedingungen. In Kalenderwoche 42 blühten überraschenderweise rund 73 % der Pflanzen dieser Variante. Der Anteil generativer Pflanzen der restlichen Varianten im Versuchsverlauf wird mit Abb. 27 illustriert (vgl. Tab. A 14 im Anhang S. 203).

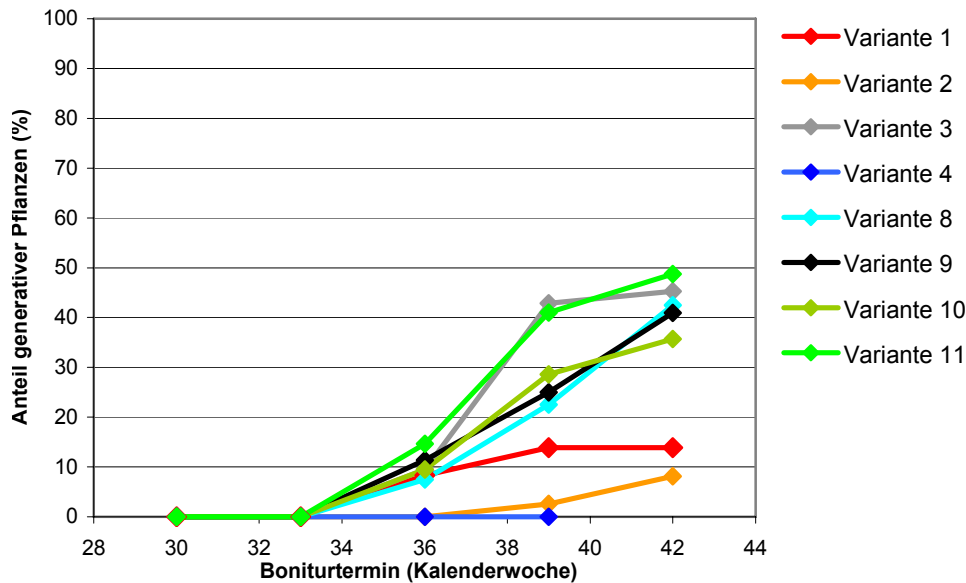


Abb. 27: Entwicklung des Anteils generativer Pflanzen der Varianten von *Freesia laxa* während des Frühjahrssatzes

Bei allen anderen Varianten blühten weniger als 50 % der Pflanzen. Variante 4 wies gar keine blühenden Pflanzen auf, und bei Varianten 1 und 2 waren es nur zwischen 8 und 14 % aller Pflanzen. Bei allen anderen Varianten blühte ein Drittel bis knapp die Hälfte der Pflanzen. Die durchschnittliche Länge der Blüentriebe lag je nach Variante zwischen 8,91 und 12,47 cm.

Wurden statistische Vergleiche der Anzahl von Blüentrieben pro Pflanze der Varianten 3, 8, 9, 10 und 11 (arithmetischen Mitteln zwischen 1,67 und 2,20) durchgeführt, so ergaben sich im Kruskal-Wallis-Test mit  $P = 0,9170$  keine signifikanten Unterschiede zwischen den fünf Varianten. Bei einem Vergleich der durchschnittlichen Blütenanlagenzahl pro Blüentrieb dieser fünf Varianten wies der Kruskal-Wallis-Test mit einem  $P = 0,0028$  auf statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Varianten hin. Diese konnten mit dem Test von Nemenyi ermittelt und in Tab. 10 zusammengefasst werden. Sie zeigt, dass sich Varianten 3 und 9 voneinander signifikant unterschieden, beide jedoch nicht von allen anderen Varianten.

Tab. 10: Mediane, arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Blütenanlagenanzahl pro Blütentrieb von *Freesia laxa* der Kalenderwoche 42 (Frühjahrssatz):

Variante	Mediane	Homogene Untergruppen	Arithmetische Mittel der Blütenanlagenanzahl pro Blütentrieb
Variante 3	4,00	a	4,41
Variante 11	5,00	ab	4,91
Variante 10	5,00	ab	5,19
Variante 8	6,00	ab	6,33
Variante 9	7,00	b	6,70

Bei den Medianen, die bei den homogenen Untergruppen gleiche Buchstaben aufweisen, unterschieden sich die entsprechenden Rangmittel nicht signifikant im Test von Nemenyi ( $\alpha = 5\%$ ).

Darüber hinaus wurde bei einigen Pflanzen des Frühjahrssatzes -unabhängig von der Variante- beobachtet, dass sie nur vier bzw. fünf Blütenblätter aufwiesen. Dies wird mit Abb. 28 veranschaulicht. Dieses Phänomen könnte möglicherweise durch einen Virusbefall verursacht worden sein, obwohl die Blätter der jeweiligen Pflanzen nicht die in Abb. 22 dargestellten Symptome zeigten.



Abb. 28: *Freesia laxa* Pflanzen mit nur vier bzw. fünf Blütenblättern (Foto EHRICH, 02.10.06)

### 5.3.1.3. Spätsommersatz

#### i. Merkmal Höhe:

Die Entwicklung der Höhe der *Freesia laxa* Pflanzen während des Spätsommersatzes (vgl. Tab. A 15 im Anhang S. 204) ist in Abb. 29 dargestellt. Besonders tritt hervor, dass Variante 4 die größte Pflanzenhöhe aufwies und Variante 5 das kompakteste Wachstum.

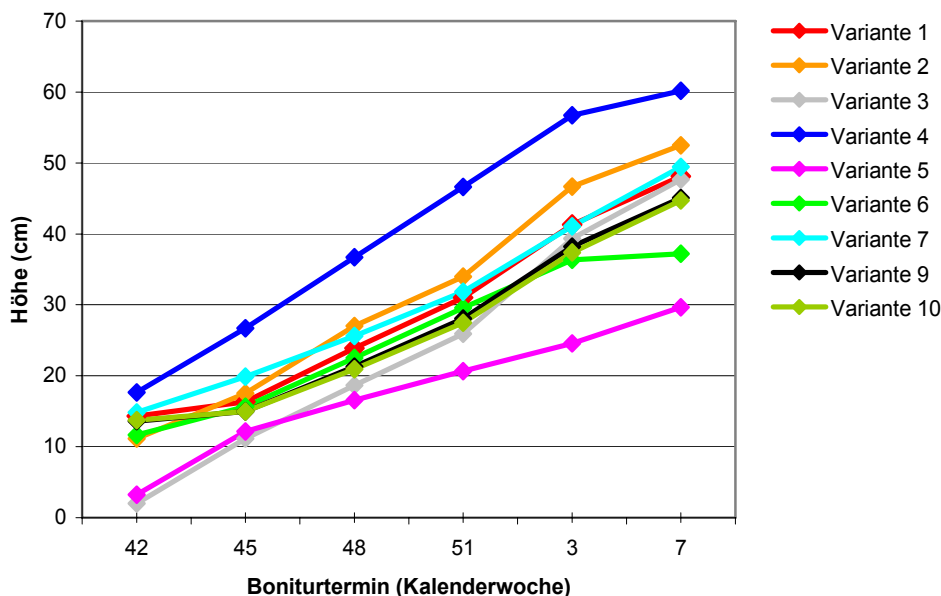


Abb. 29: Entwicklung der mittleren Pflanzenhöhe der Varianten von *Freesia laxa* während des Spätsommersatzes

Dies spiegelte sich auch in der statistischen Auswertung der Daten des letzten Boniturermins wieder. Der F-Test wies mit  $P = 0,00$  auf statistische Unterschiede zwischen den Varianten hin. Der angeschlossene Tukey-Test zeigte, dass zu diesem Zeitpunkt die Varianten 5 und 6 das kompakteste Wachstum aufwiesen. Sie unterschieden sich zwar nicht signifikant voneinander, jedoch von allen anderen Varianten im Versuch. Varianten 2 und 4 wiesen mit über 50 cm die höchsten Pflanzen auf. Tab. 11 zeigt, dass die mittlere Pflanzenhöhe von Variante 4 sich außer von Variante 2 von allen anderen Varianten signifikant unterschied, und dass Variante 2 im Mittel signifikant höhere Pflanzen aufwies, als die Varianten 9 und 10. Die Wuchshöhen der Varianten 1, 3 und 7 unterschieden sich nicht signifikant von jeweils denen der Varianten 9 und 10 bzw. der von Variante 2.

Tab. 11: Arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Höhe von *Freesia laxa* der Kalenderwoche 7 (Spätsommersatz):

Variante	Arithmetische Mittel der Höhe (cm)	Homogene Untergruppen
Variante 5	29,64	a
Variante 6	37,21	a
Variante 10	44,73	b
Variante 9	45,06	b
Variante 3	47,68	bc
Variante 1	48,14	bc
Variante 7	49,44	bc
Variante 2	52,50	cd
Variante 4	60,16	d

Die arithmetischen Mittel, die bei den homogenen Untergruppen die gleichen Buchstaben aufweisen, unterschieden sich nicht signifikant im Tukey-Test mit  $\alpha = 5\%$ .

Das starke Höhenwachstum von Variante 4 war verbunden mit einer geringeren Stand-feste ihrer Versuchspflanzen im Vergleich zu der aller anderen Varianten. Außerdem wiesen einige dieser Pflanzen zur letzten Bonitur bereits abtrocknende Triebe auf. Weiterhin fiel im Versuchsverlauf auf, dass die Pflanzen von Variante 7 die am intensivsten grüne Blattfarbe hatten. Folgende Abb. 30 gibt einen Eindruck von den Versuchspflanzen kurz nach der letzten Bonitur.

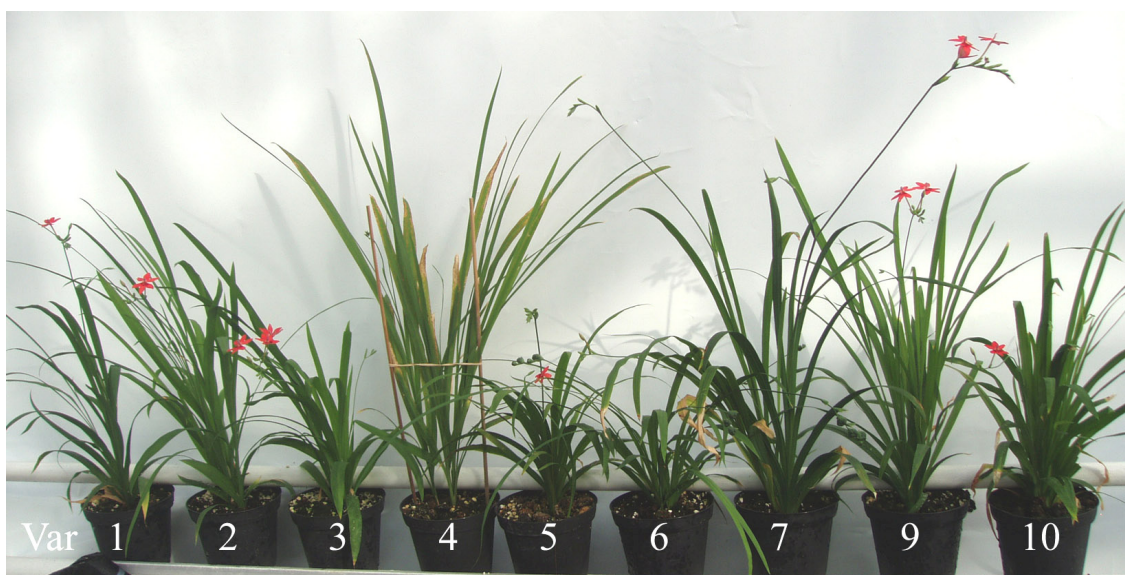


Abb. 30: *Freesia laxa* zum Versuchsende 2007 (Foto EHRICH, 19.02.07)

## ii. Merkmal Triebanzahl:

Die Entwicklung der durchschnittlichen Anzahl von Trieben pro Pflanze während des Spätsommersatzes (vgl. Tab. A 16 im Anhang S. 205) ist in Abb. 31 dargestellt. Variante 5 fiel erneut auf, nämlich durch ihre höchste Triebanzahl gegenüber allen anderen Varianten bei den letzten beiden Bonituren.

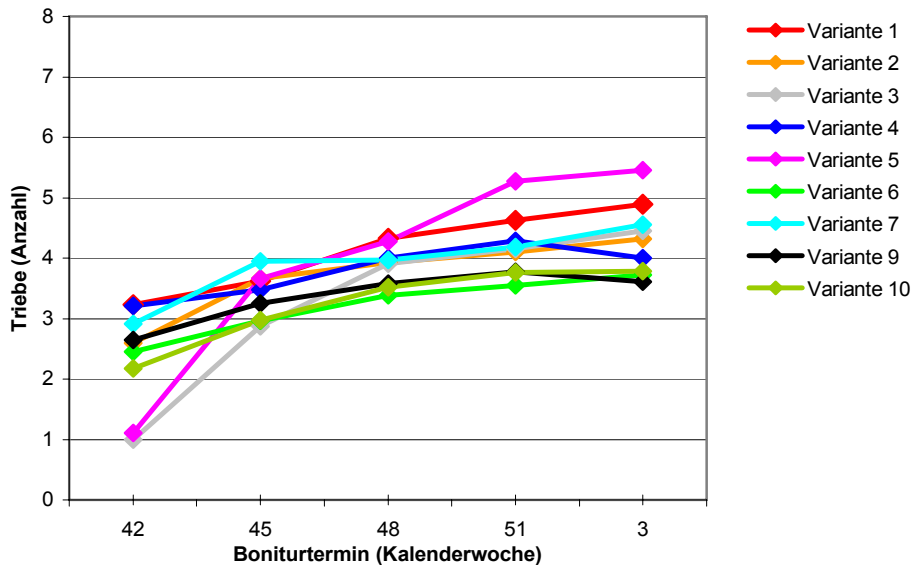


Abb. 31: Entwicklung der mittleren Triebanzahl der Varianten von *Freesia laxa* während des Spätsommersatzes

Die weiterführende Auswertung der Boniturergebnisse der Kalenderwoche 3 ergab mit  $P = 0,0371$  im Kruskal-Wallis-Test, dass zwischen den Varianten hinsichtlich des Merkmals Triebanzahl ebenfalls statistisch signifikante Unterschiede vorlagen. Da eine weiterführende Auswertung der Daten über den Test von Nemenyi keine schlüssigen Ergebnisse lieferte, erfolgte paarweise Vergleiche der Rangmittel zweier Varianten mit dem Mann-Whitney-Test, dessen Ergebnisse in Tab. 12 zusammengefasst wurden.

Tab. 12: Arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Triebanzahl von *Freesia laxa* der Kalenderwoche 3 (Spätsommersatz):

Variante	Arithmetische Mittel der Triebanzahl	Homogene Untergruppen
Variante 9	3,61	a
Variante 6	3,73	a
Variante 10	3,79	a
Variante 4	4,00	ab
Variante 2	4,32	abc
Variante 3	4,45	abc
Variante 7	4,56	abc
Variante 1	4,89	bc
Variante 5	5,45	c

Die arithmetischen Mittel, die bei den homogenen Untergruppen die gleichen Buchstaben aufweisen, unterschieden sich nicht signifikant im paarweisen Mann-Whitney-Test mit  $\alpha = 5\%$ . Da die Rangmittel der einzelnen Varianten in jedem der durchgeführten paarweisen Vergleiche verschieden sind, wurden die Mediane hier nicht mit dargestellt.

Gemeinsam mit Variante 1 unterschied sich Variante 5 signifikant von den Varianten 6, 9 und 10, die die geringste Triebanzahl aufwiesen. Die Varianten 2, 3 und 7 wiesen hinsichtlich ihrer Triebanzahl keine signifikanten Unterschiede untereinander und zu allen anderen Varianten im Versuch auf.

### **iii. Merkmal Blüte:**

Die mikroskopische Untersuchung des Apikalmeristems zeigte in Kalenderwoche 43, d. h. sechs Wochen nach der Pflanzung, bereits die Anlagen von Infloreszenzprimordien bei Variante 6. Zu diesem Datum wurden die Varianten 3 und 5 allerdings noch nicht untersucht, da ihre Knollen erst wenig ausgetrieben hatten. Zum nächsten Termin in Kalenderwoche 46 befand sich auch der Apex der untersuchten Pflanzen von Variante 5 im generativen Zustand. Bei allen restlichen Varianten konnte erst bei der mikroskopischen Untersuchung in Kalenderwoche 51 die erfolgte Infloreszenzinduktion festgestellt werden.

Der prozentuale Anteil der generativen Pflanzen pro Variante während des Spätsommersatzes (vgl. Tab. A 17 Anhang S. 206) wird in Abb. 32 gezeigt. Variante 6 fällt durch ihren frühen Blühbeginn auf, der sich bereits in der mikroskopischen Untersuchung angedeutet hatte. Auch überzeugte sie mit fast 94 % generativen Pflanzen in Kalenderwoche 7, in der auch Varianten 3 und 5 mit hohen Raten blühender Pflanzen überzeugten.



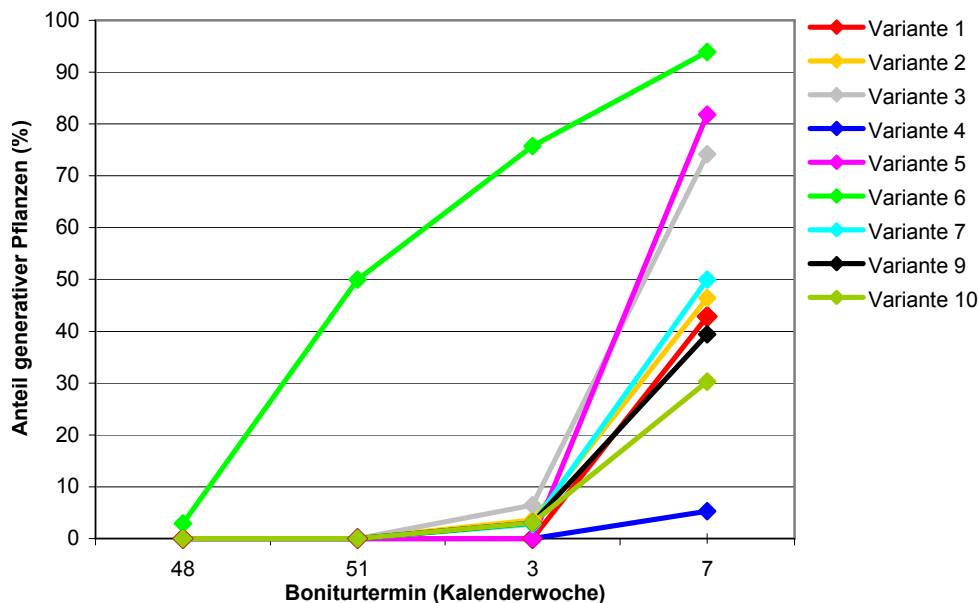


Abb. 32: Entwicklung des Anteils generativer Pflanzen der Varianten von *Freesia laxa* während des Spätsommersatzes

Bei der weiterführenden Auswertung der durchschnittlichen Anzahl von Blüentrieben pro Pflanzen des letzten Boniturtermins wies der Kruskal-Wallis-Test  $P = 0,0276$  ebenfalls auf statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Varianten hin. Da der angeschlossene Test von Nemenyi keine schlüssigen Ergebnisse lieferte, wurden die Rangmittel der Varianten im Mann-Whitney-Test untersucht. Die Ergebnisse werden in Form von homogenen Untergruppen in Tab. 13 zusammengefasst.

Tab. 13: Arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der mittleren Anzahl von Blüentrieben pro Pflanzen von *Freesia laxa* in Kalenderwoche 7 (Spätsommersatz):

Variante	Arithmetische Mittel der Anzahl der Blüentriebe pro Pflanze	Homogene Untergruppen
Variante 5	1,33	a
Variante 7	1,61	a
Variante 2	1,62	a
Variante 1	1,67	a
Variante 10	1,70	ab
Variante 9	1,85	ab
Variante 3	1,87	ab
Variante 6	2,71	b

Die arithmetischen Mittel, die bei den homogenen Untergruppen die gleichen Buchstaben aufweisen, unterschieden sich nicht signifikant im paarweisen Mann-Whitney-Test mit  $\alpha = 5\%$ . Da die Rangmittel der einzelnen Varianten in jedem der durchgeführten paarweisen Vergleiche verschieden sind, wurden die Mediane hier nicht dargestellt.

Variante 6 fällt auch hier mit einer besonders hohen Zahl an Blütentrieben pro Pflanze auf, die signifikant höher, ist als die der Varianten 1, 2, 5 und 7. Die Daten der Pflanzen der Varianten 3, 9 und 10 unterschieden sich nicht signifikant untereinander und auch nicht von allen anderen Varianten im Versuch.

Zu erwähnen sei an dieser Stelle noch, dass es die Pflanzen der Variante 5 im Vergleich zum Frühjahrssatz schafften, zwischen den Bonituren der Kalenderwoche 3 und 7 ihre Blütentriebe aus dem Blattfächer der Pflanzen herauszuschieben. Dabei wurden die Pflanzen des Frühjahrssatzes allerdings sechs Wochen früher aus dem eigentlich gleich langen Versuch (22 Wochen) genommen.

Aus der darüber hinaus durchgeführten statistischen Auswertung der mittleren Anzahl von Blütenanlagen pro Blütentrieb in Kalenderwoche 7 wurde die Variante 5 nicht mit ausgewertet, da an ihren Blütentrieben Blütenanlagen nur an wenigen Pflanzen feststellbar waren. Der durchgeführte Kruskal-Wallis-Test zeigte mit  $P = 0,00$  signifikante Unterschiede zwischen den restlichen Varianten auf und der angeschlossenen Tests von Nemenyi lieferte die in Tab. 14 aufgezeigten homogenen Untergruppen:

Tab. 14: Mediane, arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Blütenanlagenanzahl pro Blütentrieb von *Freesia laxa* der Kalenderwoche 7 (Spätsommersatz):

Variante	Mediane	Homogene Untergruppen	Arithmetische Mittel der Blütenanlagenanzahl pro Blütentrieb
Variante 6	4,00	a	4,55
Variante 3	4,00	ab	5,73
Variante 9	6,00	ab	6,10
Variante 10	6,00	ab	6,91
Variante 1	7,00	ab	6,39
Variante 2	7,00	b	7,63
Variante 7	8,00	b	8,35

Bei den Medianen, die bei den homogenen Untergruppen gleiche Buchstaben aufweisen, unterschieden sich die entsprechenden Rangmittel nicht signifikant im Test von Nemenyi ( $\alpha = 5\%$ ).

Wie auch in Tab. 13 unterscheidet sich in Tab. 14 Variante 6 signifikant von Variante 2 und 7, in diesem Fall allerdings hinsichtlich der durchschnittlichen Anzahl an Blütenanlagen pro Blütentrieb. Die weiteren Varianten unterscheiden sich nicht signifikant voneinander oder von den Varianten 2, 6 und 7.

### 5.3.2. Diskussion der Ergebnisse zu *Freesia laxa*

#### 5.3.2.1. Merkmal Höhe

Beim Vergleich der mittleren Pflanzenhöhe der drei realisierten Sätze ließen sich 22 bis 23 Wochen nach der Pflanzung folgende Werte anführen:

- o Anfangssatz: 33,81 und 34,67 cm (je nach Variante)
- o Frühjahrssatz: 20,21 - 26,82 cm (je nach Variante, außer Variante 4 und 5)
- o Spätsommersatz: 37,21 - 52,50 cm (je nach Variante, außer Variante 4 und 5)

Die Pflanzen von Variante 5 wiesen 22 - 23 Wochen nach der Pflanzung unter gleichen Kulturbedingungen in der Klimakammer eine sehr ähnliche Pflanzenhöhe auf, nämlich 30,73 cm im Frühjahrssatz und 29,64 cm im Spätsommersatz. Es zeigten sich bei Variante 4 in beiden Sätzen im Mittel höhere Pflanzen als bei den anderen Varianten.

An den mittleren Pflanzenhöhen der neben Variante 4 und 5 realisierten Varianten lässt sich für *Freesia laxa* die Tendenz erkennen, dass je später im Jahr gepflanzt wurde, die Pflanzen um so höher wurden. Dies spricht dafür, dass die Lichtintensität wichtig für die Höhenentwicklung ihrer Pflanzen ist. Ähnliches wurde bereits bei der „New Plant Nursery“ beobachtet, wo die Pflanzen, die im Freiland aufgestellt wurden, deutlich niedriger blieben, als die Pflanzen, die unter Schattennetzen standen. Entgegen diesem Trend waren die Pflanzen der zusatzbelichteten Variante 7 des Spätsommersatzes aber nicht niedriger als die der anderen Varianten im Gewächshaus. Plausibel erscheint, dass die Pflanzenhöhe von *Freesia laxa* nur bei ausreichend hoher Lichtintensität, wie sie etwa während der lichtreichen Sommermonate in Europa besteht, nicht aber mit einer Zusatzbelichtung von  $400 \text{ W h}^{-1}$ , effektiv gehemmt werden konnte. Ähnliche Beobachtungen machten BERGHOEF und ZEVENBERGEN (1990) bei Topffreesien. Allerdings reichte bei ihnen bereits eine Zusatzbelichtung von  $280 \text{ W h}^{-1}$  für eine Längenreduzierung aus.

Die Tatsache, dass die Pflanzen von Variante 4 in beiden Sätzen höhere Pflanzen als die anderen Varianten im Gewächshaus ausbildeten, lässt darauf schließen, dass die Pflanzenhöhe von *Freesia laxa* auch durch hohe Temperaturen gefördert wurde, wie es von WULSTER et al. (1989) für Schnittfreesien berichtet wird. Diese These wird unterstützt durch die niedrig gebliebenen Pflanzen von Variante 5 im Spätsommersatz, die allerdings mehr Licht zur Verfügung hatten, als alle Varianten außer Variante 7. Dem Faktor Temperatur schien jedoch eine geringere Rolle zuzukommen, als dem Faktor verfügbare

Lichtmenge: Denn während des Frühjahrssatzes waren die wesentlich wärmer kultivierten Pflanzen aller Varianten im Gewächshaus bei der letzten Bonitur in Kalenderwoche 42 kompakter, als die von Variante 5, die durchgängig in der Klimakammer bei 13 °C standen (die Pflanzen von Variante 4 waren bereits aussortiert).

Möglicherweise auch von Bedeutung für die Wuchshöhe ist der Zeitpunkt der Infloreszenzinduktion, da in diesem Moment die apikale Dominanz aufgegeben wird. Unter niedrigen Lichtintensitäten, wie sie während des Spätsommersatzes herrschten, wies Variante 6, die am frühesten die Infloreszenzinduktion vollzog, die kürzesten Pflanzen auf.

Die von BERGHOF und ZEVENBERGEN (1990) beschriebene Reduzierung der Pflanzenhöhe bei Topffreesien durch eine Verlängerung der Aktivierung der Knollen bei 13 °C vor der Pflanzung konnte nur bei den Kulturbedingungen des Frühjahrssatzes festgestellt werden, d. h. bei wärmeren Kulturtemperaturen. Während des Spätsommersatzes konnten damit keine kompakteren Pflanzen als die der Kontrolle erzielt werden.

Die von WULSTER et al. (1991) beschriebene Reduzierung der Pflanzenhöhe durch eine Kühlagerung der Knollen bei 5 °C für vier Wochen vor der Pflanzung hatte sowohl im Frühjahrs- als auch im Spätsommersatz keinen Effekt. Während des Spätsommersatzes unterschieden sich die Pflanzen der Variante 2 sogar nicht signifikant bezüglich ihrer Höhe von den Pflanzen der Variante 4, die hier am höchsten war.

Die Behandlung der Pflanzen mit dem Wachstumsregulator CCC in der Konzentration von 0,1 % und 0,25 % konnte die Pflanzenhöhe ebenfalls nicht effektiv reduzieren. Zwar gehörten so behandelten Pflanzen zu den niedriger bleibenden Varianten, doch unterschied sich ihre durchschnittliche Höhe in beiden Sätzen nicht signifikant von der der Kontrolle und weiteren Varianten. Dies bestätigt bei den gewählten Behandlungskonzentrationen auch für *Freesia laxa* die Meinung von BERGHOF und ZEVENBERGEN (1990) und BRØNDUM (1989) für handelsübliche Freesien, dass die erreichte Reduzierung des Höhenwachstums durch Chlormequat zu gering ist. Eine Wachstumsförderung, wie sie von BHATTACHARJEE (1984) bzw. HALEVY und SHILO (1970) für *Gladiolus* bei Behandlung mit diesem Wirkstoff beschrieben wurde, konnte nicht festgestellt werden.

Der Zusatz der gewählten Dosis an Langzeitdünger bei Variante 11 während des Frühjahrssatzes wirkte sich nicht signifikant auf die Pflanzenhöhe im Vergleich zur Kontrolle aus. So konnte die bei STARTEK (2002) festgestellte verbesserte Wachstumsleistung von

Topffreesien durch die Gabe von Langzeitdüngern für *Freesia laxa* nicht bestätigt werden. Auch waren die Pflanzen des Anfangssatzes, die wöchentlich gedüngt wurden, nicht signifikant höher als die Pflanzen, die vier- bzw. später zweiwöchentlich flüssig gedüngt wurden.

Das in den Versuchsergebnissen beschriebene Auftreten von braunen Blattspitzen konnte im Laufe der Versuchsreihen ziemlich sicher auf die Empfindlichkeit von *Freesia laxa* gegenüber dem Wirkstoff Dimethoat zurückgeführt werden. Die Reaktion schien bei wärmeren Kulturtemperaturen stärker, als bei kühlerer Kulturführung.

#### 5.3.2.2. Merkmal Triebanzahl

Beim Vergleich der durchschnittlichen Triebanzahl der drei realisierten Pflanzsätze ließen sich 14 - 15 Wochen nach der Pflanzung folgende Mittelwerte feststellen:

- o Anfangssatz: 3,88 und 4,08 (je nach Variante)
- o Frühjahrssatz: 3,24 - 4,32 (je nach Variante, außer Variante 4 und 5)
- o Spätsommersatz: 3,55 - 4,62 (je nach Variante, außer Variante 4 und 5)

Die mittlere Triebanzahl nach Kultur über rund 3,5 Monate war in allen Sätzen recht ähnlich und wies darauf hin, dass dieses Merkmal eher von Knollengröße bzw. -alter beeinflusst wurde, als von den gegebenen Kulturbedingungen. Dafür sprachen auch die in Tab. A 13 und A 16 im Anhang (S. 202 und 205) mit aufgeführten, deutlich höheren Variationskoeffizienten im Vergleich zu dem Merkmal Höhe. Dass die Ausprägung des Merkmals durch die Knollengröße bedingt zufällig war, wurde unterstützt durch den Vergleich mit den unter gleichen Bedingungen kultivierten Pflanzen der Variante 5, obwohl die Stichprobenanzahl kleiner war, als die der Varianten im Gewächshaus. Die Triebanzahl von Variante 5 betrug nach 14 Wochen Kulturdauer im Frühjahrssatz im Mittel 2,55, im Spätsommersatz dagegen 5,27.

Als Tendenz innerhalb der Varianten war erkennbar, dass Variante 9 (CCC 0,25 %) sowohl im Frühjahrssatz als auch im Spätsommersatz die geringste Triebanzahl aufwies. Diese war in beiden Sätzen jedoch nicht signifikant kleiner, als bei mehreren anderen in dem jeweiligen Satz realisierte Varianten. Auch war der Effekt bei einer CCC-Konzentration von 0,1 % nicht mehr feststellbar. Eine mögliche Hemmung des Austriebs der zum Behandlungszeitpunkt noch nicht ausgetriebenen Nebenknospen der Knollen bei einer CCC-Konzentration von 0,25 % kann aber nicht ausgeschlossen werden.

### 5.3.2.3. Merkmal Blüte

Der Vergleich des Zeitbedarfs von der Pflanzung bis zur mikroskopisch festgestellten Infloreszenzinduktion der Pflanzen bzw. bis zum Auftreten der ersten blühenden Pflanzen im Bestand des Anfangssatzes und der Kontrollen (Variante 1) der zwei Pflanzsätze der Versuche 2006 ergab:

- o Anfangssatz: 12 Wochen/29 Wochen
- o Frühjahrssatz: 12 Wochen/17 Wochen
- o Spätsommersatz: 14 Wochen/22 Wochen

Dabei ist zu beachten, dass hier nicht die genauen Stadien der Infloreszenzentwicklung im Apikalmeristem angegeben wurden. Da sich diese Stadien der bei Schnittfreesien so HORN (1996) beispielsweise über vier bis sechs Wochen lang hinziehen, werden die angegebenen Zeiträume deshalb ausschließlich als Indikator gesehen. Auf die Angabe der genauen Stadien der Infloreszenzentwicklung im Apex wurde aus folgenden drei Gründen verzichtet: Zunächst handelte es sich bei den untersuchten Individuen der Art nicht um einen vegetativ vermehrten Klon, der für das untersuchte Merkmal eine ausreichende Einheitlichkeit in der Reaktion auf gegebene Kulturbedingungen hätte erwarten lassen. Zudem waren die verwendeten Knollen nicht einheitlich groß, so dass nicht von einer immer ausreichenden Knollengröße für eine schnelle und befriedigende Blütenbildung -wie für Schnittfreesien notwendig (vgl. 3.4.1.2.)- ausgegangen werden konnte. Schließlich war durch das Untersuchen von nur ein bis zwei Pflanzen des Bestandes pro Termin das Risiko recht hoch, zufällig Pflanzen zu untersuchen, die sich auf Grund einer z. B. zu geringen Knollengröße nicht wie die meisten Pflanzen im Bestand verhielten. Trotzdem lieferte der Vergleich tendenziell ein recht eindeutiges Bild. So schien die Infloreszenzinduktion nicht wesentlich von der Temperatur und anderen Kulturbedingungen abzuhängen und wie bei *Gladiolus* einem endogenen Rhythmus zu folgen (vgl. Abschnitt 3.6.3.). Dafür hing aber die Dauer bis zur Anthese der angelegten Infloreszenzen umso stärker von den genannten Faktoren ab. Bei der wärmsten Kulturführung des Anfangssatzes dauerte sie am Längsten und während des Frühjahrssatzes am Kürzesten.

Der folgende Vergleich des Anteils generativer Pflanzen im Bestand der drei durchgeführten Pflanzsätze, weist darauf hin, dass innerhalb des Spätsommersatzes 22 - 23 Wochen nach der Pflanzung insgesamt mehr Pflanzen in dem Bestand Infloreszenzanlagen aufwiesen, als während des Frühjahrssatzes:

- o Anfangssatz: 0 %
- o Frühjahrssatz: 13,89 %
- o Spätsommersatz: 42,86 %

Weiterhin zeigt dieser Vergleich, dass ein Teil der Pflanzen von Variante 1 es im Frühjahrssatz bereits schaffte, 17 Wochen nach der Pflanzung zu blühen. Es wurde aber auch deutlich, dass viele Pflanzen -wahrscheinlich bedingt durch die anhaltend hohen Temperaturen während der Sommermonate- ihre Infloreszenzen abortierten (DE HERTOGH und LE NARD, 1993). Möglicherweise wurden die Infloreszenzen auch in ihrer Entwicklung wesentlich verzögert bzw. die Pflanzen legten keine weiteren Infloreszenzen an (RUPPRECHT 1988). Die Pflanzen von Variante 1 des Spätsommersatzes begannen einen Monat später zu blühen, dann aber mit einem höheren Anteil an Pflanzen der Variante.

Die Tageslänge schien für *Freesia laxa* keine hervortretende Rolle zu spielen. Dass diese Art keine obligate Kurz- bzw. Langtagspflanze ist, zeigte die erfolgreiche Infloreszenzinduktion in allen Sätzen, d.h. sowohl unter den natürlichen Kurztagsbedingungen des Spätsommersatzes, als auch den natürlichen Langtagsbedingungen der beiden anderen Pflanzsätze. Eine verzögerte Infloreszenzinduktion durch die Förderung des vegetativen Wachstums unter Langtagsbedingungen, im Sinne einer fakultativen Kurztagsreaktion wie bei den Schnittfreesien (HORN 1996), konnte ebenfalls nicht festgestellt werden. *Freesia laxa* schien in ihrem Blühverhalten eher den (zu der Meinung von HORN (1996) konträren) Angaben von RÜNGER (1976) zu Schnittfreesien zu entsprechen, der eine Beschleunigung der Infloreszenzentwicklung bei Langtagsbedingungen und Kulturtemperaturen von 20 °C für diese beschreibt.

Bei dem Vergleich der Anteile generativer Pflanzen im Frühjahrssatz fällt auf, dass Variante 1 und 10 deutlich voneinander abweichende Werte aufweisen. Dies könnte darauf hinweisen, dass die für diese Varianten zufällig ausgewählten Knollen und ihre Größe zumindest teilweise für die Ausprägung dieses Merkmals verantwortlich waren. An beiden Varianten wurden keine Wachstumsunterschiede festgestellt. Auch war das Blühverhalten beider Varianten im Spätsommersatz sehr ähnlich. In diesem Zusammenhang sollten die nachfolgend erwähnten Unterschiede zwischen den Varianten auch unter dem Aspekt einer möglichen Beeinflussung durch die Knollengröße betrachtet werden.

Hinsichtlich der in den Pflanzsätzen realisierten Varianten wurde beobachtet, dass die wöchentlich gedüngten Pflanzen des Anfangssatzes früher und reicher anfangen zu blü-

hen, als die restlichen Pflanzen im Versuch. Zusätzlich zu diesem scheinbar positiven Effekt einer wöchentlichen Flüssigdüngung wurde aber an Hand von Temperaturmessungen im Gewächshaus festgestellt, dass die Temperatur im Außenrandbereich der Kabine (ca. 1 m von der Außenglaswand), in dem die wöchentlich gedüngten Pflanzen aufgestellt waren, im Mittel rund 2 °C niedriger war, als im Bereich der Kabine, der nicht in diesem Außenrandbereich lag und in dem die übrigen Pflanzen des Versuches (die nicht wöchentlich gedüngt wurden) standen. In sofern kann bei der festgestellten erhöhten Blühleistung (knapp drei Blütenanlagen pro Infloreszenz und etwas über einen Blütentrieb mehr) der wöchentlich gedüngten Pflanzen ein zusätzlicher Temperatureffekt nicht ausgeschlossen werden. In den weiteren Versuchen wurden in diesen Außenrandbereich der Gewächshauskabine aus dem beschriebenen Grund keine Pflanzen mehr aufgestellt. Für die Förderung der Blühleistung von *Freesia laxa* durch erhöhte Düngergaben spricht allerdings der höchste Anteil generativer Pflanzen der Variante 11 im Vergleich zu dem aller anderen im Frühjahrssatz realisierten Varianten, obwohl die vegetative Leistung der Pflanzen von Variante 11 nicht signifikant größer war, als die anderer Varianten im Versuch. So hatten jede Pflanze von Variante 11 über die 20wöchige Dauer des Versuchs 411,49 g N, 209,04 g P und 561,46 g K pro m<sup>3</sup> Substrat zur Verfügung, die Pflanzen der restlichen, flüssig gedüngten Varianten dagegen je 340,44 g N, 142,98 g P und 1555,80 g K pro m<sup>3</sup> Substrat (siehe Berechnungen dazu im Abschnitt 9. im Anhang S. 228). Beide Düngeregime lieferten den Pflanzen allerdings mehr Reinnährstoffe im Verhältnis zur Dauer des Versuchs, als von THOMAS et al. (1998) für in Containern herangezogene Freesien empfohlen (vgl. 3.4.1.2.). Das Reinnährstoffverhältnis von Stickstoff zu Kalium lag mit 1 : 1,36 bei der Verwendung der Langzeitdüngers etwas unter den Empfehlungen von RUPPRECHT (1988) für Schnittfreesien (1 : 1,8), aber bei der Verwendung des Flüssigdüngers mit 1 : 4,58 weit darüber. Eine nachteilige Wirkung der höheren Nährstoffgaben für die Pflanzen von Variante 11 wurde vermutet, da an ihnen ein stärkerer Befall mit *Fusarium*-Symptomen beobachtet wurde. Dies könnte -wie es aus anderen gärtnerischen Kulturen bekannt ist- durch die vergleichsweise hohe Gabe an verfügbarem Stickstoff gefördert worden sein.

Im Frühjahrssatz wirkte sich keine der fünf miteinander statistisch verglichenen Varianten signifikant auf die Anzahl der Blütentriebe an den blühenden Pflanzen aus. Nur bei beiden CCC-behandelten Varianten konnte eine Tendenz zur Verbesserung der Anzahl an Blütenanlagen pro Blütentrieb festgestellt werden, ähnlich wie sie bei BHAT-



TACHARJEE (1984) bzw. HALEVY und SHILO (1970) auch für *Gladiolus* beschrieben wurde. Es zeigte sich hier nur ein signifikanter Unterschied zwischen Variante 9 und 3 (vgl. Tab. 10). Im Spätsommersatz bestätigte sich diese Tendenz allerdings nicht, hier lag die durchschnittliche Anzahl von Blütenlagen pro Blütentrieb von Variante 9 im Mittelfeld und unterschied sich von keiner der anderen sieben verglichenen Varianten signifikant. Eine möglicherweise unterschiedliche Aufnahme und Wirkung des Wachstumsreglers durch die in den zwei Sätzen unterschiedlichen Kulturtemperaturen kann jedoch nicht ausgeschlossen werden. Interessanterweise lag der Anteil generativer Pflanzen bei den CCC-behandelten Varianten in beiden Sätzen bei gleichmäßig rund 40 - 45 %. Dies könnte dafür sprechen, dass eine CCC-Behandlung bei warmen Kulturtemperaturen die Infloreszenzanlage in sofern förderte, als dass hierdurch ein Teil der hemmenden Wirkung hoher Temperaturen kompensiert werden konnte.

Überzeugen hinsichtlich der Anzahl blühender Pflanzen in ihrem Bestand konnte Variante 3, und zwar sowohl im Frühjahrssatz als auch im Spätsommersatz. Diese Behandlung führte -wie bereits beschrieben- im Frühjahrssatz auch zu einer signifikanten Verringerung der Pflanzenhöhe im Vergleich zu fast allen anderen Varianten im Versuch. Die von BERGHOF und ZEVENBERGEN (1990) an Topffreesien festgestellte Reduzierung der Blütenanzahl pro Ähre konnte hier ebenfalls beobachtet werden, allerdings nur tendenziell und nicht signifikant im Vergleich zu den meisten Varianten im Versuch.

Bei der Durchführung von Variante 2 zeigte sich sowohl im Frühjahrs- als auch im Spätsommersatz für *Freesia laxa* die von WULSTER et al. (1991) bei Topffreesien beobachtete Blühzeitpunktverfrühung nicht. Auch begannen die Pflanzen dieser Variante bei der wärmeren Kultur der Frühjahrssatzes zum gleichen Zeitpunkt (nämlich 19 Wochen nach der Pflanzung) zu blühen, wie die bei der kühleren Kultur des Spätsommersatzes.

Die Gabe von Zusatzlicht wirkte sich nicht auf den Anteil generativer Pflanzen im Bestand aus, auch wiesen die blühenden Pflanzen der Variante 7 tendenziell weniger Blütentriebe auf, als alle anderen Varianten außer Variante 5. Sie legten allerdings die meisten Blütenanlagen pro Blütentrieb im Vergleich zu allen anderen Varianten an. In sofern kann postuliert werden, dass die Anlage und Entwicklung von Blütentrieben bei *Freesia laxa* stärker von der Temperatur als von der Belichtungsintensität und der damit verbundenen vegetativen Leistung bestimmt wurde.

Dass eine kontinuierlichen Kultur bei Temperaturen von 20 °C und darüber, wie sie bei Variante 4 in beiden Pflanzsätzen der Versuche 2006 realisiert wurde, die Blüte von *Freesia laxa* wesentlich verzögert bzw. verhindert, konnte an Hand der Versuchsergebnisse bestätigt werden. Diese Art entspricht damit in ihrer Reaktion der der Schnittfreesien (HORN 1996 und RUPPRECHT 1988).

Das überraschendste Ergebnis hinsichtlich einer Blühverfrühung und einer hohen Anzahl an Blütentrieben wies -wie bereits erwähnt- Variante 6 auf. Die Kaltlagerung bei 2 °C der dafür genutzten Knollen führte nicht nur zu der bezweckten Reduzierung der Masseverluste während der Lagerung, sondern bewirkte neben der bereits erwähnten signifikanten Reduzierung der Wuchshöhe auch einen 7 Wochen früheren Blühbeginn mit der höchsten Anzahl an blühenden Pflanzen im Bestand. Zwar wiesen die blühenden Pflanzen von Variante 6 die geringste Anzahl von Blütenanlagen je Blütentrieb auf, doch hatten sie die durchschnittlich meisten Blütentriebe pro Pflanze.

### **5.3.3. Zusammenfassung und Fazit zu *Freesia laxa***

Nachfolgend werden die in den Versuchen 2005 und 2006 gewonnenen Ergebnisse zu *Freesia laxa* abschließend zusammengefasst:

- o Hohe Lichtmengen während der Sommermonate reduzierten die Pflanzenhöhe trotz hoher Kulturtemperaturen.
- o Eine fakultative Langtagsreaktion kann nicht ausgeschlossen werden, obwohl die Dauer bis zur erfolgten Anlage einer Infloreszenz im Apikalmeristem keine deutlichen Unterschiede hinsichtlich des Pflanztermins und damit der herrschenden Tageslänge erkennen ließ.
- o Konstant niedrige Kulturtemperaturen (13 °C) bewirkten ein kompaktes Pflanzenwachstum, dieser Effekt war aber geringer als der hoher Lichtmengen.
- o Die Infloreszenzinduktion war nach 12 - 14 Wochen vollzogen und scheinbar unabhängig vom Pflanzzeitpunkt und dabei herrschenden Kulturbedingungen.
- o Konstant hohe Kulturtemperaturen (> 20 °C) verhinderten bzw. verzögerten die Anthese und förderten das Höhenwachstum (vor allem bei Schwachlichtbedingungen in den Wintermonaten).
- o Ein Pflanztermin im Spätsommer und eine dadurch ermöglichte kühlere Kulturführung (17 °C tags und 13 °C nachts) bei abnehmenden täglichen Lichtsummen

bewirkte einen um rund einen Monat späteren Blühbeginn als bei einer wärmeren Kulturführung und höheren verfügbaren Lichtmengen bei einer Pflanzung im Frühjahr, doch steigerte er den Anteil blühender Pflanzen im Bestand bei im Mittel ähnlichen Blühleistungen der Pflanzen.

- o Eine einmalige CCC-Behandlung (0,1 und 0,25 %) senkte nicht signifikant die Pflanzenhöhe und tendenziell die Triebanzahl der Pflanzen, erhöhte aber unter warmen Kulturbedingungen die Zahl generativer Pflanzen im Bestand und steigerte deren Blütenanlagenanzahl je Blütentrieb.
- o Höhere Düngegaben während der Kultur steigerten tendenziell den Anteil blühender Pflanzen im Bestand, nicht signifikant jedoch ihre vegetative Leistung.
- o Eine Zusatzbelichtung mit  $400 \text{ W h}^{-1}$  über 12 h täglich während der lichtarmen Wintermonate wirkte sich nicht auf die Pflanzenhöhe und eine Erhöhung des Anteils generativer Pflanzen im Bestand aus.
- o Das Merkmal Triebanzahl schien stärker von der Knollengröße als von der Lagerdauer oder den gegebenen Kulturbedingungen abzuhängen.
- o Eine negative Wirkung des dem Substrat beigesetzten Perlites auf Wachstum und Entwicklung der Pflanzen konnte im Vergleich der Ergebnisse der untersuchten Merkmale mit denen der Variante 10 nicht festgestellt werden.

Durch spezielle Temperaturbehandlungen im Lager vor der Pflanzung konnten folgende Ergebnisse erzielt werden:

- o Eine verlängerte Aktivierung der Knollen bei  $13 \text{ }^{\circ}\text{C}$  vor der Pflanzung reduzierte signifikant die Pflanzenhöhe bei einer wärmeren Kulturführung während der Sommermonate und steigerte die Anzahl blühender Pflanzen im Bestand.
- o Eine Kühllagerung der Knollen bei  $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$  vor der Pflanzung (ohne anschließende Aktivierung) hatte keinen Effekt auf die Pflanzenhöhe und den Blühtermin.
- o Eine Kaltlagerung der Knollen bei  $2 \text{ }^{\circ}\text{C}$  3,5 Monate lang nach erfolgter Präparation und vor der Aktivierung der Knollen reduzierte die Masseverluste während der Lagerung um mehr als die Hälfte, senkte signifikant die Pflanzenhöhe (im Mittel um knapp 10 cm im Vergleich zur Kontrolle), verfrühte den Infloreszenzinduktionstermin um acht Wochen und den Blühtermin um sieben Wochen im Vergleich zur Kontrolle, steigerte im Vergleich zur Kontrolle signifikant die Anzahl von Blütentrieben pro Pflanze, senkte dabei aber tendenziell die Anzahl von Blütenanlagen pro Blütentrieb.

Obwohl die Knollen für den Spätsommersatz insgesamt vier Monate länger als die des Frühjahrssatzes gelagert wurden, war die vegetative und generative Leistung der Pflanzen gleich oder sogar besser. Da zudem der Export aus Südafrika komplikationslos verlief, kann die Eignung von *Freesia laxa* für den Export und eine Langzeitlagerung für eine Terminisierung zur Vorweihnachtszeit festgestellt werden. Bei der Langzeitlagerung müssen allerdings höhere Ausfallraten der Knollen in Kauf genommen werden.

Neuwert der Untersuchungen war, dass die Temperatur, und nur in geringerem Maß die verfügbare Lichtmenge, als zentraler Einflussfaktor für die Infloreszenzentwicklung und damit Kultur dieser Art festgestellt wurde. An Hand der gewonnenen Ergebnisse ist es erstmalig möglich, präzise Empfehlungen für eine gärtnerische Kultur dieser Art auszusprechen. Dafür kann zur Kaltlagerung der Knollen bei 2 °C im Anschluss an den Export geraten werden. Diese ist komplikationslos und reduziert die Masseverluste in der Phase bis zur Pflanzung im Vergleich zu einer Warmlagerung bei 22 °C. Außerdem können bei einer Pflanzung im Spätsommer für die Topfpflanzenkultur auf diese Weise ausreichend kompakte Pflanzen (rund 35 cm hoch) für eine Verwendung als Topfpflanze produziert werden, von denen nach dreimonatiger Kultur bereits rund 50 % Blütentriebe aufweisen und für deren Kultur kein Zusatzlicht benötigt wird. Die zum ersten Mal festgestellte, nicht qualitative Tageslängenreaktion dieser Art vereinfacht ihre Kultur zusätzlich.

Soll oder muss dagegen unter wärmeren Kulturbedingungen produziert werden, ist es empfehlenswert, die Knollen einer verlängerten Aktivierung bei 13 °C vor der Pflanzung zu unterziehen, um die Pflanzenhöhe zusätzlich zum Effekt hoher verfügbarer Lichtmengen zu reduzieren und die Anzahl blühender Pflanzen im Bestand zu steigern. Eine Kühlagerung der Knollen bei 5 °C vor der Pflanzung anstatt einer Aktivierung der Knollen bei 13 °C hat keine vorteilhaften Effekte auf die Entwicklung der Pflanzen. Auch eine Kultur bei > 20 °C unter Schwachlichtbedingungen sollte vermieden werden. Die Effekte einer CCC-Behandlung konnten nicht eindeutig geklärt werden und bedürfen weiterer Untersuchungen. Der erstmalig festgestellte Zusammenhang zwischen Nährstoffgaben, Blühreichtum und Krankheitsanfälligkeit sollte bei der Düngung der Pflanzen beachtet werden, wobei zu einer wöchentlichen kaliumbetonten Flüssigdüngung (Konzentration 0,2 %) geraten werden kann.

## 5.4. *Sparaxis*-Hybriden

### 5.4.1. Boniturergebnisse und statistische Auswertungen zu den *Sparaxis*-Hybriden

#### 5.4.1.1. Anfangssatz

##### *i. Merkmal Höhe:*

Zunächst wuchsen die Pflanzen auf eine Höhe von rund 28 cm heran, bis die meisten kurz vor dem Umzug in die neuen Gewächshausanlagen auf Grund der in 5.2.1. beschriebenen Vergilbung aus dem Versuch herausgenommen wurden. Bei den im Versuch verbleibenden, wöchentlich gedüngten Einzelpflanzen war ein Wachstumsschub nach dem Umzug in die neuen Gewächshäuser und mit abnehmender Tageslänge bzw. Lichtstärke zu verzeichnen. Sie waren bei der letzten Bonitur rund 38 cm hoch (vgl. Tab. A 7 im Anhang S. 196). Beim Vergleich der Boniturdaten der Kalenderwoche 42 ergab sich mit  $P = 0,4076$  im t-Test kein signifikanter Unterschied zwischen den wöchentlich gedüngten und den restlichen Pflanzen.

##### *ii. Merkmal Triebanzahl:*

Die Triebanzahl blieb während des Versuchszeitraums mit rund drei Trieben recht konstant (vgl. Tab. A 8 Anhang S. 197). Bei der Varianzanalyse mit dem Kruskal-Wallis-Test der Boniturdaten in Kalenderwoche 42 ergab sich mit  $P = 0,5027$  kein signifikanter Unterschied zwischen den wöchentlich gedüngten und restlichen Pflanzen im Versuch.

##### *iii. Merkmal Blüte:*

Die ersten Zeichen der Infloreszenzinduktion wurden bei der mikroskopischen Untersuchung des Apex in Kalenderwoche 33 festgestellt, also acht Wochen nach der Pflanzung (zu den Stadien der Infloreszenzinduktion bei den *Sparaxis*-Hybriden siehe Abb. A 2 bis 5 ab S. 223 im Anhang). Dennoch blühte von den Pflanzen keine einzige Pflanze. Erst nach Versuchsende blühte eine wöchentlich gedüngte Pflanze in Kalenderwoche 5.

#### 5.4.1.2. Frühjahrssatz

##### *i. Merkmal Höhe:*

Die Entwicklung der Pflanzenhöhe der *Sparaxis*-Hybriden während des Frühjahrssatzes (vgl. Tab. A 18 im Anhang S. 207) ist in Abb. 33 dargestellt. Alle im Gewächshaus kultivierten Varianten zeigten ab der 2. Bonitur keinen Höhenzuwachs mehr. Das

Absinken der mittleren Pflanzenhöhe am letzten Boniturtermin kann mit dem vorzeitigen Herausnehmen eines Teils der Versuchspflanzen erklärt werden. Nur Variante 5 zeigte bis zum Versuchsende eine kontinuierlich bis auf über 40 cm steigende Pflanzenhöhe.

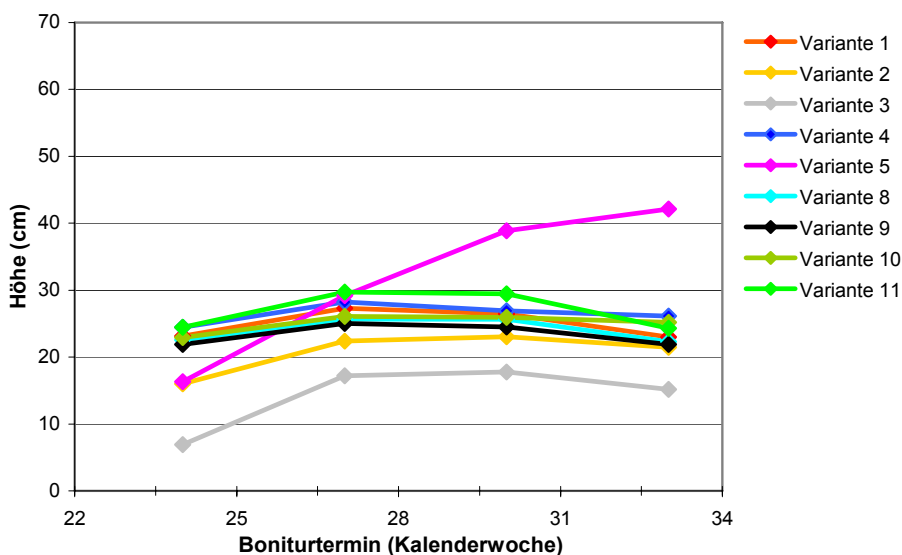


Abb. 33: Entwicklung der mittleren Pflanzenhöhe der Varianten der *Sparaxis*-Hybriden während des Frühjahrssatzes

Die weiterführende Auswertung der Daten der 3. Bonitur wies mit  $P = 0,00$  beim F-Test auf statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Varianten hin. Der angeschlossene Tukey-Test ergab die Bildung folgender homogener Untergruppen in Tab. 15:

Tab. 15: Arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Höhe der *Sparaxis*-Hybriden der Kalenderwoche 30 (Frühjahrssatz):

Variante	Arithmetische Mittel der Höhe (cm)	Homogene Untergruppen
Variante 3	17,75	a
Variante 2	23,03	b
Variante 9	24,50	bc
Variante 8	25,65	bc
Variante 10	25,95	c
Variante 1	26,48	c
Variante 4	26,89	cd
Variante 11	29,47	d
Variante 5	38,86	e

Die arithmetischen Mittel, die bei den homogenen Untergruppen die gleichen Buchstaben aufweisen, unterschieden sich nicht signifikant im Tukey-Test mit  $\alpha = 5\%$ .

Besonders fielen hier die Extrema auf, nämlich die von Varianten 3 und 5. Ihre Pflanzenhöhe unterschied sich über 20 cm voneinander und darüber hinaus signifikant von der aller anderen Varianten. Die im mittleren Bereich liegende Höhe der Varianten 1 und 10 unterschied sich ebenfalls signifikant von der der Varianten 2 und 11.

Im Vergleich der Varianten fiel auch auf, dass das Auftreten von braunen Blattspitzen und einziehenden Trieben auf die Varianten, die im Gewächshaus standen, begrenzt war. So wiesen die Pflanzen von Variante 5 keine solchen Erscheinungen auf. Weiterhin fielen die Pflanzen von Variante 3 durch vergleichsweise kümmerlichen Wuchs auf.

## ii. Merkmal Triebanzahl:

Die Entwicklung der Triebanzahl während des Frühjahrssatzes (vgl. Tab. A 19 im Anhang S. 206) ist in Abb. 34 dargestellt und zeigt ein einheitlicheres Bild als die des Merkmals Pflanzenhöhe. Variante 4 fiel ab der 2. Bonitur durch eine etwas höhere mittlere Triebanzahl auf, als alle anderen Varianten. Die weiterführende Auswertung der Boniturdaten von Kalenderwoche 30 ergab aber mit  $P = 0,4372$  im Kruskal-Wallis-Test, dass keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten vorlagen.

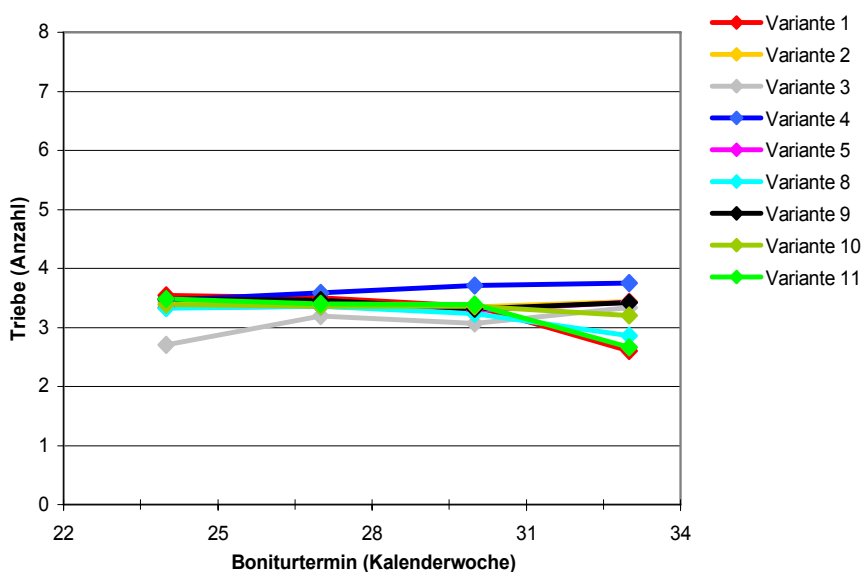


Abb. 34: Entwicklung der mittleren Triebanzahl der Varianten der *Sparaxis*-Hybriden während des Frühjahrssatzes

### iii. Merkmal Blüte:

Bei der ersten mikroskopischen Untersuchung des Apex der Varianten in Kalenderwoche 26, d. h. vier (Variante 3) bzw. sieben Wochen nach der Pflanzung, zeigte sich bereits bei allen Varianten die Anlage von Blütenprimordien. Daher war es nicht erstaunlich, dass bereits in Kalenderwoche 27 bei den Varianten 8 und 9 erste Blüten festgestellt wurden. Bei beiden Varianten und auch bei Varianten 1 und 11 blühte aber im Versuchsverlauf nur jeweils eine Pflanze mit nur einem Blütentrieb, der 4 - 9 cm lang war und nur je eine Blüte hervorbrachte. Die einzige Variante, die über die genannten Varianten hinaus auch blühte, war Variante 5. Die ersten blühenden Pflanzen wurden bei der Bonitur in Kalenderwoche 33 festgestellt (42,86 % des Bestandes). Bei der Abschlussbonitur in Kalenderwoche 36 blühten alle Pflanzen dieser Variante, und wiesen durchschnittlich 3,50 Blütentriebe mit im Mittel 2,55 Blütenanlagen auf.

#### 5.4.1.3. Spätsommersatz

### i. Merkmal Höhe:

Die Entwicklung der mittleren Pflanzenhöhe innerhalb der Varianten während des Spätsommersatzes (vgl. Tab. A 20 im Anhang S. 209) ist in Abb. 35 zusammengefasst. Deutlich zu erkennen ist, dass Variante 7 ab ihrer Bonitur in Kalenderwoche 48 die höchsten und die Varianten 5 und 6 die niedrigsten Pflanzen stellten.

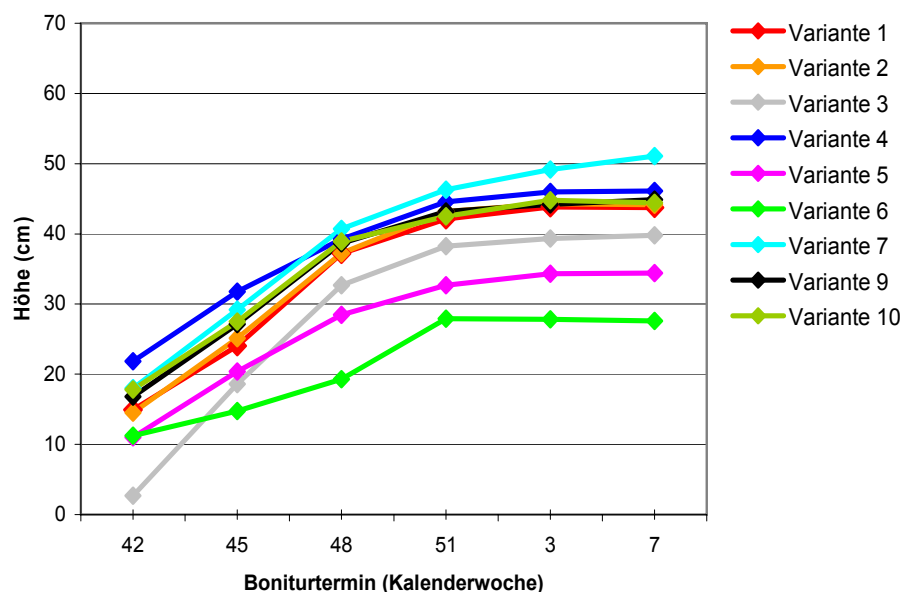


Abb. 35: Entwicklung der mittleren Pflanzenhöhe der Varianten der *Sparaxis*-Hybriden während des Spätsommersatzes



Bei der weiterführenden Auswertung der Boniturdaten des letzten Boniturtermins wies der Kruskal-Wallis-Test mit  $P = 0,00$  auf signifikante Unterschiede zwischen den Varianten hin. Diese wurden im angeschlossenen Test von Nemenyi festgestellt und in folgender Tab. 16 in Form von homogenen Untergruppen dargestellt:

Tab. 16: Mediane, arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Höhe der *Sparaxis*-Hybriden der Kalenderwoche 7 (Spätsommersatz):

Variante	Mediane (cm)	Homogene Untergruppen	Arithmetische Mittel der Höhe (cm)
Variante 6	26,50	a	27,58
Variante 5	35,00	ab	34,42
Variante 3	39,00	abc	39,81
Variante 1	43,00	bc	43,75
Variante 2	44,00	bc	44,15
Variante 10	45,00	cd	44,40
Variante 9	46,00	cd	44,89
Variante 4	46,00	cd	46,09
Variante 7	51,00	d	51,09

Bei den Medianen, die bei den homogenen Untergruppen gleiche Buchstaben aufweisen, unterschieden sich die entsprechenden Rangmittel nicht signifikant im Test von Nemenyi ( $\alpha = 5\%$ ).

Wie bereits in Abb. 35 vermutet werden konnte, unterschieden sich die Varianten 5 und 6 von Variante 7 signifikant hinsichtlich der Pflanzenhöhe in Kalenderwoche 7. Die Daten aller dazwischen liegenden Varianten (1, 2, 3, 4, 9 und 10) unterschieden sich nicht signifikant voneinander. Variante 3 war die einzige Variante, die sich in ihrer Höhe ausschließlich von einer, nämlich von Variante 7, signifikant unterschied.

Darüber hinaus sei an dieser Stelle angemerkt, dass Variante 6, trotz ihres eigentlich vorteilhaft kompakten Wuchses, mit Abstand die Pflanzen mit der schlechtesten Qualität produzierte. Ein Teil der Knollen verpuppte sich und musste nach einem sehr schwachen Austrieb aus dem Versuch herausgenommen werden. Aber auch die im Versuch gebliebenen Exemplare hatten einen unregelmäßigen Austrieb, ihre Triebe waren dünn, und die Pflanzen waren sehr uneinheitlich in ihrer Höhenausprägung (Variationskoeffizient lag bei rund 35 % gegenüber 11 - 18 % bei den anderen Varianten).

Die Pflanzen der Varianten 1, 2, und 10 wiesen im Vergleich zu den Pflanzen im Frühjahrssatz ebenfalls dünnere Triebe, also ein insgesamt schwächeres Wachstum auf,

jedoch war dies nicht so deutlich ausgeprägt und ihr Wachstum nicht so uneinheitlich wie bei Variante 6. Wie im Frühjahrssatz zeigte Variante 3 einen schwachen Wuchs. Ab der Bonitur in Kalenderwoche 45 wurde bei allen Varianten (außer 5 und 7) eine beginnende Blattspitzenverbräunung und im späteren Stadium das Abtrocknen ganzer Triebe festgestellt. Dies war bei Variante 4 am stärksten ausgeprägt. Der Wuchs der Variante 7 war um ein vielfaches stärker als der aller anderen Varianten, dies machte sich in sehr viel breiteren Trieben mit besserer Standfestigkeit bemerkbar. Interessanterweise war aber auch die Triebdicke bzw. Standfestigkeit der Pflanzen von Variante 9 stärker bzw. besser als die aller anderen Pflanzen (außer Variante 7). Obwohl die Qualität der Pflanzen insgesamt während des Spätsommersatzes noch besser war, als im Anfangs- und Frühjahrssatz, konnten nur die Pflanzen von Variante 7 hinsichtlich ihrer Wüchsigkeit, Standfeste und Blühreichtums überzeugen. Abb. 36 zeigt das Aussehen der Varianten gegen Versuchsende und soll die beschriebenen Unterschiede zwischen den Varianten illustrieren.

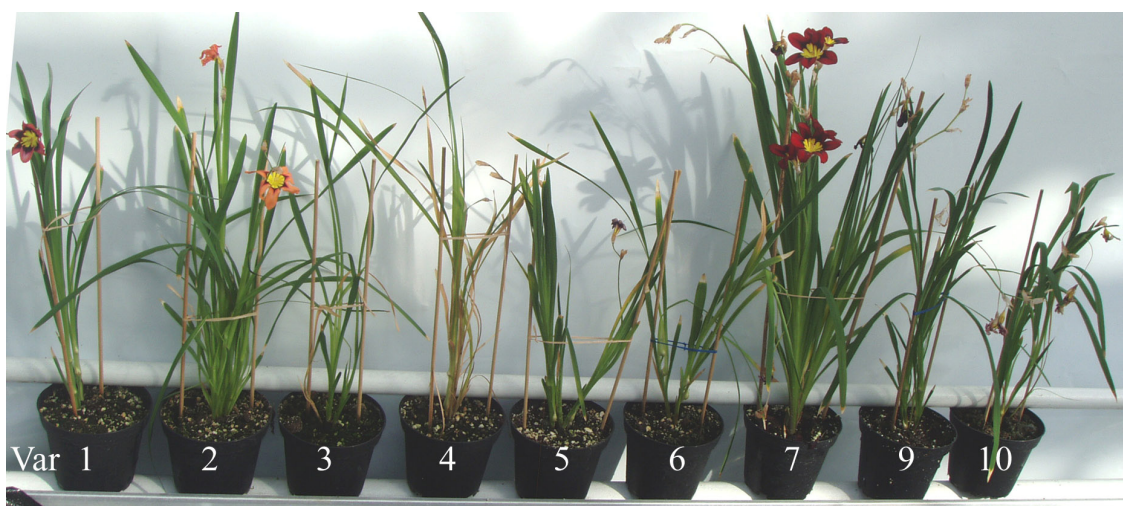


Abb. 36: *Sparaxis*-Hybriden zum Versuchsende 2007 (Foto EHRICH, 19.02.07)

#### **ii. Merkmal Triebanzahl:**

Während des Spätsommersatzes blieb die mittlere Triebanzahl aller Varianten (vgl. Tab. A 21 im Anhang S. 210) ab der Bonitur in Kalenderwoche 48 auf einem gleichen Niveau (Abb. 37). Der Abfall der Triebanzahl von Variante 6 ist durch das frühzeitige Herausnehmen einiger Pflanzen dieser Variante aus dem Versuch zu erklären.

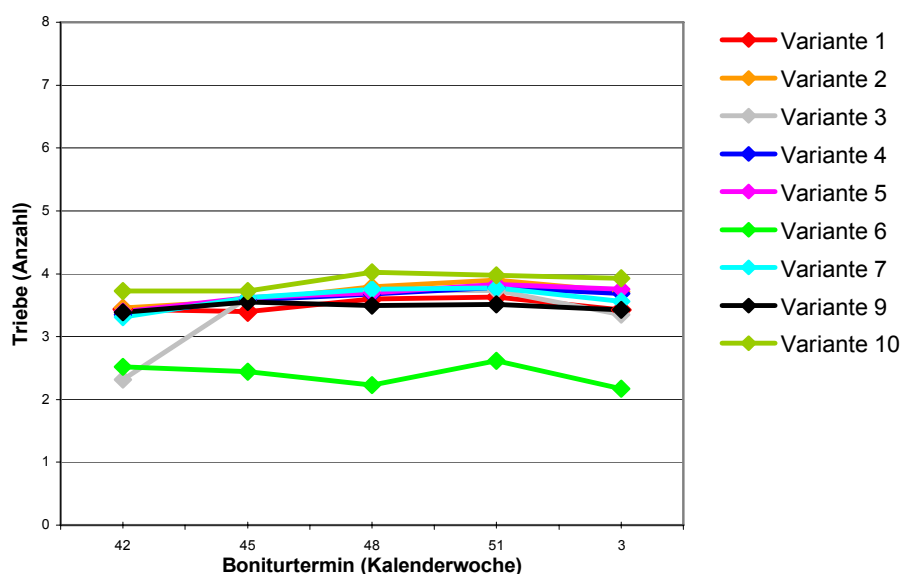


Abb. 37: Entwicklung der mittleren Triebanzahl der Varianten der *Sparaxis*-Hybriden während des Spätsommersatzes

Bei der weiterführenden Auswertung der Boniturdaten der Kalenderwoche 3 ergab der Kruskal-Wallis-Test mit  $P = 0,0032$  signifikante Unterschiede zwischen den Varianten. Tab. 17 stellt die im Test von Nemenyi gebildeten homogenen Untergruppen dar.

Tab. 17: Mediane, arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Triebanzahl der *Sparaxis*-Hybriden der Kalenderwoche 7 (Spätsommersatz):

Variante	Mediane	Homogene Untergruppen	Arithmetische Mittel der Triebanzahl
Variante 6	2,00	a	2,17
Variante 3	3,00	ab	3,35
Variante 9	4,00	ab	3,42
Variante 7	4,00	ab	3,56
Variante 1	4,00	ab	3,43
Variante 5	4,00	ab	3,75
Variante 4	4,00	ab	3,68
Variante 2	4,00	ab	3,72
Variante 10	4,00	b	3,93

Bei den Medianen, die bei den homogenen Untergruppen gleiche Buchstaben aufweisen, unterschieden sich die entsprechenden Rangmittel nicht signifikant im Test von Nemenyi ( $\alpha = 5\%$ ).

Die geringste durchschnittliche Anzahl von Trieben bei Variante 6 unterschied sich signifikant von der höchsten der Variante 10. Die Triebanzahl beider Varianten unterschied sich aber jeweils nicht signifikant von der aller anderen Varianten im Versuch.

### iii. Merkmal Blüte:

Bei der ersten mikroskopischen Untersuchung des Apex in Kalenderwoche 43, d. h. sechs Wochen nach der Pflanzung, konnte bei den Varianten 1, 2, 6, 7, 9 und 10 bereits eine vollzogene Infloreszenzinduktion in Form von angelegten Infloreszenzprimordien festgestellt werden. In Kalenderwoche 46 war dies auch bei Variante 3 (sechs Wochen nach der Pflanzung) der Fall, und in Kalenderwoche 49 (12 Wochen nach der Pflanzung) auch bei den Varianten 4 und 5.

Der Prozentsatz blühender Pflanzen im Bestand der einzelnen Varianten im Versuchsverlauf (vgl. Tab. A 22 im Anhang S. 211) wird in Abb. 38 dargestellt. Varianten 5 und 7 fielen mit einem überzeugenden Anteil blühender Pflanzen auf. Die Zahl blühender Pflanzen bei den anderen Varianten war gering. Bei Variante 3 und 4 blühte im Versuchsverlauf gar keine Pflanze und bei Variante 2 und 6 war es jeweils nur eine Pflanze im Bestand. Es konnte damit auch kein Unterschied hinsichtlich des Blühbeginns bzw. -reichtums in Bezug auf die verschiedenen Farbtypen der Hybriden festgestellt werden.

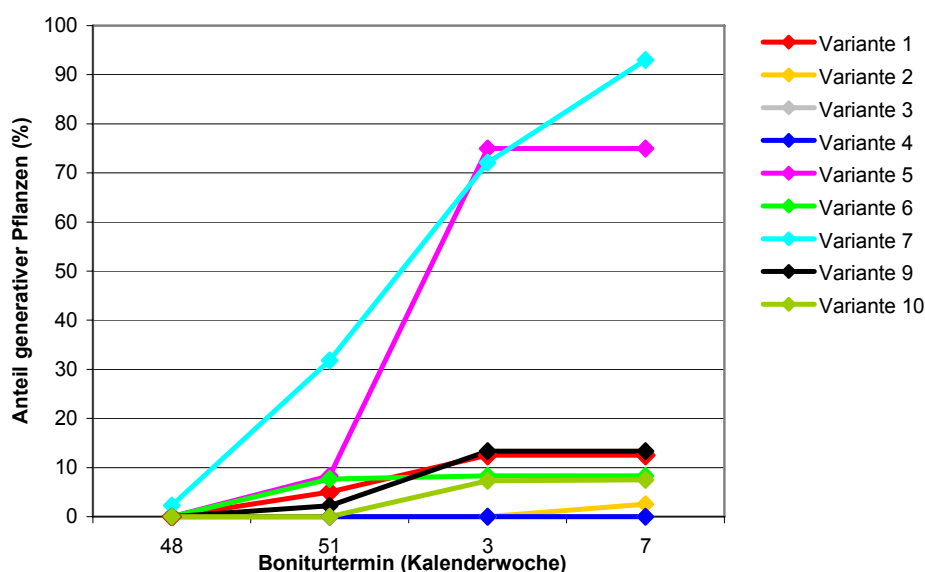


Abb. 38: Entwicklung des Anteils generativer Pflanzen der Varianten der *Sparaxis*-Hybriden während des Spätsommersatzes

Somit wurden lediglich die Boniturdaten der Varianten 5 und 7 der Kalenderwoche 7 einer weiterführenden Prüfung unterzogen. Der approximative t-Test ergab für den Vergleich der durchschnittlichen Anzahl von Blüentrieben pro Pflanze mit  $P = 0,00$ , dass Variante 7 mit im Mittel 6,15 Blüentrieben pro Pflanze signifikant mehr Blüentriebe bildete als Variante 5 (durchschnittlich 2,56). Darüber hinaus ergab auch der

Kruskal-Wallis-Test beim Vergleich der Blütenanlagenanzahl pro Blütentrieb der Varianten 5 und 7, dass Variante 7 (im Mittel 2,82 Blütenanlagen) pro Blütentrieb signifikant mehr Blütenanlagen aufwies, als Variante 5 (durchschnittlich 1,86).

Die Varianten 1, 2 und 10 wiesen besonders kurze Blütentriebe auf, ihre Länge lag im Durchschnitt nur zwischen 5,20 und 8,33 cm. Bei vielen Pflanzen mit so kurzen Blütentrieben, aber auch bei Variante 9, kam es zum Steckenbleiben der Infloreszenz im Blattfächer. Die angelegten Knospen trockneten dort ein und blühten nicht (Abb. 39).



Abb. 39: Vertrocknen der Infloreszenz bei *Sparaxis*-Hybriden (Foto EHRICH, 15.01.07)

#### 5.4.2. Diskussion der Ergebnisse zu den *Sparaxis*-Hybriden

##### 5.4.2.1. Merkmal Höhe

Beim Vergleich der mittleren Pflanzenhöhe ließen sich 10 - 11 Wochen nach der Pflanzung für die drei realisierten Sätze folgende Werte anführen:

- o Anfangssatz: 27,84 cm
- o Frühjahrssatz: 17,75 - 29,47 cm (je nach Variante, außer Variante 4 und 5)
- o Spätsommersatz: 19,27 - 40,73 cm (je nach Variante, außer Variante 4 und 5)

Die Pflanzen von Variante 4 waren in beiden Sätzen nicht höher als die der anderen realisierten Varianten. Sie waren nach 10- bis 11wöchiger Kultur während des Frühjahrssatzes im Mittel 26,89 cm hoch und im Spätsommersatz 39,24 cm. In beiden Sätzen unterschied sich ihre Höhe statistisch zum jeweilig letzten Boniturtermin nicht signifikant von der Höhe der Kontrollpflanzen (Variante 1). An Hand der obigen Werte kann davon ausgegangen werden, dass eher die verfügbare Lichtmenge während der

Kultur entscheidendes Kriterium für die Höhenentwicklung der Pflanzen war. Eine Pflanzung im lichtreichen Frühjahr brachte tendenziell kürzere Pflanzen hervor, als die im Spätsommer. Leider untersuchten HORN et al. (1989) nur den Einfluss der Lichtstärke auf die Blütenanzahl von *Sparaxis*, so dass hier keine Vergleiche möglich sind.

Die Pflanzen von Variante 5 wiesen unter gleichen Kulturbedingungen in der Klimakammer in den beiden Pflanzsätzen der Versuche 2006 10 - 11 Wochen nach der Pflanzung eine deutlich unterschiedliche Pflanzhöhe auf, nämlich 38,86 cm im Frühjahrsatz und 28,46 cm im Spätsommersatz. Da auch die in Tab. 6 angegebenen monatlichen Masseverluste bei diesen Hybriden im Vergleich zu den anderen untersuchten Arten am höchsten waren, könnte ein so markanter Höhenunterschied auf eine negative Wirkung der Langzeitlagerung der Knollen für den Spätsommersatz hinweisen. Da aber die Pflanzen der Knollen, die für den Spätsommersatz verwendet wurden, keine schlechtere vegetative Leistungen brachten, als die in der Klimakammer, könnte hier auch die zufällige Auswahl der nur 15 für die Variante 5 verwendeten Knollen eine Rolle gespielt haben, so dass ein Teil dieser Diskrepanz als zufällig angesehen werden kann. Dies sollte bei der Interpretation der weiteren, in den Versuchen gewonnenen Ergebnisse berücksichtigt werden, obwohl bei den anderen realisierten Varianten ein höherer Stichprobenumfang eine größere Aussagekraft der Ergebnisse absichert.

Die festgestellte Höhe von Variante 7 widerspricht der oben genannten Tendenz, dass unter lichtreichen Bedingungen kürzere Pflanzen ausgebildet wurden. Ihre Pflanzen wiesen im Mittel signifikant höhere Pflanzen auf, als die der Kontrolle. Darüber hinaus zeigten sie generell ein ausgesprochen starkes Wachstum, das sich in sehr breiten Trieben äußerte. Hier kann auf ein Zusammenspiel von Temperatur und verfügbarer Lichtmenge geschlossen werden. Eine große Pflanzhöhe war bei hohen verfügbaren Lichtmengen möglich, aber nur, wenn günstige, d. h. nicht zu warme Kulturtemperaturen verfügbar waren, da letztere dann das Höhenwachstum bremsten.

Die Erkenntnis von HORN et al. (1989), dass ein 8 h-Kurztag die Entwicklung von *Sparaxis* hemmt, könnte auch der Grund dafür sein, dass die Pflanzen von Variante 7, die  $12 \text{ h d}^{-1}$  Licht erhielten, im Mittel die größten Pflanzen waren. Die Pflanzen der anderen Varianten wuchsen im natürlichen Kurztag. Die Kurztagwirkung scheint zusätzlich von der Temperatur beeinflusst, da die Pflanzen des Anfangs- und Frühjahrssatzes, die wärmer standen, trotz natürlicher Langtagsbedingungen kürzer blieben.

Bei günstigen Lichtverhältnissen und ausreichend kühler Kultur (Variante 5 in beiden Sätzen, Variante 7 im Spätsommersatz) konnte auch das Auftreten brauner Blattspitzen während der Kultur bis nach der Blüte verhindert werden. Da die Ausbildung brauner Blattspitzen bei den untersuchten *Sparaxis*-Hybriden schließlich in das Abtrocknen ganzer Blätter bzw. Triebe mündete, kann das Braunfärben als Einleitung der Abreife angesehen werden. Eine Mangelercheinung eines Nährstoffs oder die Wirkung von Pflanzenschutzmitteln liegt nicht nahe. Sein Auftreten scheint demnach sowohl von Lichtmangel (während natürlicher Kurztagsbedingungen), als auch von hohen Temperaturen (während der heißen Sommermonate) gefördert zu werden.

Eine wöchentliche Düngung wirkte sich während des Anfangssatzes nicht signifikant auf die Pflanzenhöhe im Vergleich zu nur vier- bis zweiwöchentlich gedüngten Pflanzen aus. Dagegen wurden die Pflanzen der Variante 11, die -wie bereits bei *Freesia laxa* berichtet- mehr Nährstoffe über den Versuchsverlauf zur Verfügung hatten, signifikant höher, als die der Kontrolle, der Unterschied betrug allerdings nur rund 3 cm.

Die durchgeführten CCC-Behandlungen wirkten sich sowohl im Frühjahrs- als auch im Spätsommersatz nicht signifikant auf die Höhe der Pflanzen im Vergleich zur Kontrolle aus. Auch hinsichtlich der Varianten 2 und 3 gibt es keine konsistenten Ergebnisse. Während des Frühjahrssatzes waren die Pflanzen von beiden Varianten zum untersuchten Boniturtermin signifikant kleiner als die der Kontrolle. Während des Spätsommersatzes zeigten sich indessen zwischen den beiden Varianten und der Kontrolle keine signifikanten Höhenunterschiede. Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, dass die Pflanzen von Variante 3, sowohl im Frühjahrs- als auch im Spätsommersatz, einen wesentlich schwächeren Wuchs aufwiesen, als die der Kontrollvariante.

Interessant war auch das Verhalten der Variante 6, da hier im Laufe des Spätsommersatzes an den nicht oder nur schwach ausgetriebenen Pflanzen eine Verpuppung der Knollen festgestellt wurde, obwohl bei dieser Variante die Knollen auch der von DOLE (2003) empfohlenen Aktivierung der Knollen bei 13 °C für drei Wochen vor der Pflanzung unterzogen wurden. Keine genauen Angaben gibt es dazu, ob die laut HORN et al. (1989) mögliche Langzeitlagerung von *Sparaxis* Knollen bei 2 °C vor (wie bei Schnittfreesien) oder im Anschluss an die Präparation bei 20 - 25 °C zu erfolgen hat. Dass die Präparation vor der Langzeitlagerung bei 2 °C erfolgte, könnte ein möglicher Grund dafür sein, dass eine Kulturtemperatur von tags 17 °C und nachts 13 °C im Gewächs-

haus sich bei den Knollen als verpuppungsinduzierende Temperaturen ausgewirkt haben. Diese liegen im Vergleich dazu bei Schnittfreesien im Bereich von 5 - 19 °C (HORN 1996). Trotzdem schafften es einige Pflanzen dieser Variante, normal auszutreiben und in einem Fall sogar zu blühen. Da die Hybriden aus verschiedenen Genotypen mit ungleichen Erbgutanteilen der Eltern bestehen, könnte sich hieraus die unterschiedliche Reaktion der Pflanzen dieser Variante erklären lassen.

#### 5.4.2.2. Merkmal Triebanzahl

Beim Vergleich der durchschnittlichen Triebanzahl der drei realisierten Sätze ließen sich 10 - 11 Wochen nach der Pflanzung folgende Mittelwerte feststellen:

- o Anfangssatz: 3,23
- o Frühjahrssatz: 3,07 - 3,71 (je nach Variante)
- o Spätsommersatz: 2,23 - 4,02 (je nach Variante)

Die angeführten Werte lassen vermuten, dass die Triebanzahl -ähnlich wie bei *Freesia laxa*- nicht sehr stark vom Pflanzzeitpunkt bzw. den jahreszeitlichen Kulturbedingungen abhängt. Zu den dargestellten Werten des Spätsommersatzes sei angemerkt, dass der untere Wert (2,23) von der bereits erwähnten schwachwüchsigen Variante 6 stammt, und der nächst niedrigste Mittelwert einer Variante 3,49 ist. Mit Ausnahme von Variante 6 weisen die Varianten des Spätsommersatzes somit im Schnitt tendenziell mehr Triebe auf, als die Varianten in allen anderen Sätzen. Eine nachteilige Wirkung der Langzeitlagerung der Knollen für den Spätsommersatz konnte demnach auch für dieses Merkmal nicht gefunden werden. Die niedrigeren Variationskoeffizienten dieses Merkmals zeigen außerdem, dass das Merkmal gleichmäßiger unter den Individuen dieser Hybriden ausgeprägt ist, als bei *Freesia laxa* (vgl. Tab. A 19 und A 21 im Anhang S. 208 und 210).

Hinsichtlich der verschiedenen Varianten gab es keine nennenswerten Unterschiede, mit Ausnahme der Pflanzen von Variante 6, die auf Grund der sich teilweise verpuppenden Knollen einen sehr schwachem Wuchs und eine besonders niedrige Triebanzahl aufwiesen. Keine der anderen Varianten wirkte sich signifikant auf die Triebanzahl aus. Zu erwähnen bleiben die bereits unter 5.4.1.3. angesprochenen, auffällig breiteren Triebe der Pflanzen von Variante 9 des Spätsommersatzes im Vergleich zu allen anderen Varianten außer Variante 7. Dies weist darauf hin, dass die Behandlung mit CCC -ähnlich wie bei BHATTACHARJEE (1984) bzw. HALEVY und SHILO (1970) für *Gladiolus*



beschrieben wurde- auch bei den *Sparaxis*-Hybriden eine wachstumsfördernde Wirkung hatte, obwohl sich dies nicht in einer größeren Pflanzenhöhe äußerte.

#### 5.4.2.3. Merkmal Blüte

Der Vergleich des Zeitbedarfs von der Pflanzung bis zur mikroskopisch festgestellten Infloreszenzinduktion der Pflanzen bzw. bis zum Auftreten der ersten blühenden Pflanze im Anfangssatz und bei Variante 1 der Pflanzsätze der Versuche 2006 ergab:

- o Anfangssatz: acht Wochen/keine in 17 Wochen
- o Frühjahrssatz: sieben Wochen/11 Wochen
- o Spätsommersatz: sieben Wochen/14 Wochen

Die miteinander verglichenen Daten zeigen, dass -ähnlich wie bei *Freesia laxa*- die Infloreszenzinduktion im Apikalmeristem der Knolle unabhängig vom Pflanzzeitpunkt und den dabei herrschenden Kulturbedingungen stattfand und einem endogenen Rhythmus folgte. Auch das Auftreten der ersten blühenden Pflanzen im Bestand zeigte keine großen Unterschiede zwischen den Sätzen, in denen einige der Pflanzen überhaupt blühten. Dies entspricht dem bei *Gladiolus* beobachteten Verhalten (vgl. Abschnitt 3.6.3.).

Für den Blüherfolg einer Variante ist aber nicht nur die erfolgte Infloreszenzinduktion im Apikalmeristem ausschlaggebend, sondern auch eine entsprechende Entwicklung der angelegten Infloreszenzen zu Blütentrieben. Der Vergleich des Anteils generativer Pflanzen der Versuche 2005 und der beiden Kontrollen der zwei Pflanzsätze der Versuche 2006 17 Wochen nach der Pflanzung weist darauf hin, dass es durch hohe Temperaturen (Anfangs- und Frühjahrssatz) sowie auch durch Schwachlichtbedingungen (Spätsommersatz) zum Infloreszenzabort bei den *Sparaxis*-Hybriden kam:

- o Anfangssatz: 0 %
- o Frühjahrssatz: 2,38 % (nur eine Pflanze im Bestand)
- o Spätsommersatz: 12,50 %

Dass es durch geringe Lichtintensitäten zur Blütenverkümmern kam, bestätigt die Ergebnisse von HORN et al. (1989). Den dargestellten Prozentzahlen gegenüber stehen die Daten von Variante 5 und 7 der Versuche 2005. Von den Pflanzen der Variante 5, die in der Klimakammer bei durchgängig 13 °C standen, blühten 17 Wochen nach der Pflanzung im Frühjahrssatz 100 %, obwohl sie eine vergleichsweise niedrigere Licht-

mengen als die Pflanzen im Gewächshaus während der Sommermonate zur Verfügung hatten. Die gleiche Variante brachte während des Spätsommersatzes nach 17 Wochen Kulturdauer 75 % blühende Pflanzen in ihrem Bestand hervor. Gleichzeitig zeigte ebenfalls die zusatzbelichtete Variante 7 des Spätsommersatzes zu diesem Termin über 70 % blühende Pflanzen in ihrem Bestand, die aber qualitativ gesehen signifikant mehr Blütentriebe pro Pflanze und signifikant mehr Blütenanlagen pro Blütenstiel aufwiesen, als die Pflanzen von Variante 5. Dies lässt zwei Schlussfolgerungen zu: Eine ausreichende Blühleistung der Bestände ist nur bei Kombination ausreichender Lichtstärke (keine Schwachlichtbedingungen im Winter) und entsprechender Temperatur (17 °C tags und 13 °C nachts oder konstant 13 °C) möglich. Sind eine oder beide Bedingungen nicht gegeben, kommt es zum Abort der induzierten Infloreszenzen bereits im Apex oder zum Steckenbleiben bzw. Blütenverkümmern im Trieb (vgl. Abb. 39).

Nicht geklärt dabei ist, ob die höhere Blühleistung der Pflanzen von Variante 7 gegenüber den Pflanzen von Variante 5 im Spätsommersatz nur auf die höhere verfügbare Lichtmenge zurückzuführen war, ähnlich wie von HORN et al. (1989) festgestellt. Es könnte auch sein, dass das für Variante 7 realisierte Temperaturregime (17 °C tags/13 °C nachts) darüber hinaus vorteilhafter für die Entwicklung der Pflanzen war, als eine Kultur bei konstant 13 °C (Variante 5). Denn beide Varianten wiesen bei der Abschlussbonitur einen Höhenunterschied von rund 15 cm auf und die Triebe von Variante 5 waren sichtbar dünner als die von Variante 7. Die Erkenntnisse von HORN et al. (1989) können auch dahingehend bestätigt werden, dass hohe Lichtintensitäten die Zahl angelegter Blüten förderten und dass die Kulturbedingungen entscheidend für die Ausprägung dieses Merkmals waren.

Abschließend zu den verschiedenen während der Versuche 2006 realisierten Varianten bleibt zu erwähnen, dass während des Frühjahrssatzes bei beiden CCC-behandelten Varianten drei Wochen vor der Kontrolle blühende Pflanzen im Bestand festgestellt wurden. Dies zeigt Parallelen zu der von HALEVY und SHILO (1970) beschriebenen geringen Blühzeitpunktverfrühung bei *Gladiolus*. Während des Spätsommersatzes zeigte sich diese Wirkung allerdings nicht, so dass diese tendenzielle Wirkung offenbar nur bei höheren Lichtintensitäten bzw. Temperaturen bestand.

### 5.4.3. Zusammenfassung und Fazit zu den *Sparaxis*-Hybriden

Nachfolgend werden die in den Versuchen 2005 und 2006 gewonnenen Ergebnisse zu den *Sparaxis*-Hybriden abschließend zusammengefasst:

- o Die Lichtstärke in Verbund mit der Temperatur spielten bei der Kultur dieser Hybriden eine entscheidende Rolle. Es konnte festgestellt werden, dass hohe Kulturtemperaturen (wie z. B. während heißer Sommermonate) in Kombination mit hohen verfügbaren Lichtmengen das Höhenwachstum bremsten. Bei niedrigen Temperaturen bewirkten hohe Lichtmengen eine Förderung des Höhenwachstums.
- o Die Infloreszenzinduktion im Apex war, unabhängig vom Pflanzzeitpunkt und gegebenen Kulturbedingungen, sieben bis acht Wochen nach Pflanzung vollzogen.
- o Sowohl hohe Kulturtemperaturen, als auch Schwachlichtbedingungen (bei Kultur während der Wintermonate) führten zu Blütenabort bzw. -verkümmern.
- o Eine gute Blühleistung der Bestände war während der Kultur nur bei der Kombination von ausreichenden Lichtmengen und kühlen Kulturtemperaturen zu erreichen. Hohe Lichtintensitäten förderten die Zahl der Blüten pro Infloreszenz.
- o Das Vergilben von Pflanzenteilen konnte durch eine optimale Kulturführung verhindert werden. Hierfür waren sowohl eine ausreichend gute Belichtung, als auch niedrige Kulturtemperaturen notwendig. Zu hohe Temperaturen und zu geringe Lichtmengen verursachten Vergilbungserscheinungen an den Pflanzen.
- o Gesteigerte Düngergaben förderten die Pflanzenhöhe bei hohen Temperaturen.
- o Das Merkmal Triebanzahl hing nicht von Lagerdauer, Pflanzzeitpunkt und gegebenen Kulturbedingungen ab. Dagegen kann ein möglicher Zusammenhang zwischen Knollengröße bzw. -gewicht und Blühleistung nicht ausgeschlossen werden.
- o Eine CCC-Behandlung der Pflanzen führte bei kühler Kultur augenscheinlich zu stärkeren bzw. breiteren Trieben und bei hohen Kulturtemperaturen zu einer tendenziellen Verfrühung des Blühzeitpunkts.
- o Eine negative Wirkung des dem Substrat beigesetzten Perlites auf Wachstum und Entwicklung der Pflanzen konnte nicht festgestellt werden.

Durch spezielle Temperaturbehandlungen im Lager vor der Pflanzung konnten folgende Ergebnisse erzielt werden:

- o Eine verlängerte Aktivierung der Knollen bei 13 °C für sechs Wochen vor der Pflanzung führte zu einem unvorteilhaft schwächeren Wuchs der Pflanzen.

- o Eine Kühllagerung der Knollen bei 5 °C für vier Wochen vor der Pflanzung wirkte sich nicht auf die spätere Entwicklung der Pflanzen aus.
- o Eine Langzeitlagerung der Knollen bei 2 °C nach der Präparation führte zum Verpuppen und zu einem schwachen bzw. unregelmäßigen Wuchs der Pflanzen.

Obwohl die Knollen für den Spätsommersatz insgesamt vier Monate länger als die des Frühjahrssatzes gelagert wurden, war die vegetative und generative Leistung der Pflanzen gleich oder sogar besser. Da zudem der Export aus Südafrika komplikationslos verlief, kann die Eignung der *Sparaxis*-Hybriden für den Export und eine Langzeitlagerung für eine Terminisierung zur Vorweihnachtszeit festgestellt werden. Bei der Langzeitlagerung müssen allerdings höhere Ausfallraten der Knollen in Kauf genommen werden.

An Hand der Ergebnisse ließ sich erstmalig herausstellen, wie kulturentscheidend die Temperatur und die verfügbare Lichtmenge für die Produktion dieser Hybriden sind. Für einen Blühbeginn zum Ende des Jahres nach rund viermonatiger Kultur sind die geforderten niedrigen Kulturtemperaturen im Gewächshaus gut realisierbar. Im Vergleich zur Kultur von *Freesia laxa* müssen die *Sparaxis*-Hybriden zu der genannten Jahreszeit allerdings zusatzbelichtet werden um einen Blütenabort zu verhindern und ausreichende Infloreszenzqualitäten zu sichern. Obwohl die Pflanzen bei erfolgter Zusatzbelichtung eine ausreichende Standfeste aufwiesen, hat sie eine zu große Pflanzenhöhe (über 50 cm) zur Folge. Es müssen deshalb kulturtechnisch Wege gefunden werden, um dieses Längenwachstum der Pflanzen zu kontrollieren, so dass eine Verwendung der Hybriden als Topfpflanzen möglich wird. Eine Kultur unter Schwachlichtbedingungen und/oder bei hohen Kulturtemperaturen ist zur Anzucht qualitativ hochwertiger Topfpflanzen nicht möglich und sollte deshalb vermieden werden.

Auch kann von einer Langzeitlagerung der Knollen bei 2 °C nach erfolgter Präparation trotz Senkung der Masseverlusten während der Langzeitlagerung im Vergleich zu einer Lagerung bei 22 °C abgeraten werden. Hierbei kommt es zum in diesem Zusammenhang erstmalig festgestellten Verpuppen der Knollen, wodurch der Austrieb verhindert wird. Auch eine verlängerte Aktivierung oder eine Kühllagerung der Knollen vor der Pflanzung hatte keine oder sogar negative Effekte auf die Entwicklung der Pflanzen.

Neu war außerdem die Feststellung, dass die Blühinduktion der Hybriden unabhängig von den zur Pflanzung gegebenen Kulturbedingungen ist. Dies vereinfacht die Kultur zumindest in der Anfangsphase der Anzucht. Außerdem zeigte sich, dass durch eine

CCC-Behandlung der Pflanzen zwar die Pflanzenhöhe der Hybriden nicht reduzieren lässt, diese sich aber tendenziell wachstumsfördernd und blühverfrühend auswirkt, und somit empfohlen werden kann. Die nicht qualitative Tageslängenreaktion der *Sparaxis*-Hybriden konnte an Hand der Ergebnisse bestätigt werden.

## **5.5. *Tritonia deusta***

### **5.5.1. Boniturergebnisse und statistische Auswertungen zu *Tritonia deusta***

#### **5.5.1.1. Anfangssatz**

##### ***i. Merkmal Höhe:***

Die durchschnittliche Höhe der Pflanzen während des Anfangssatzes (vgl. Tab. A 9 im Anhang S. 198) lag während des Hauptteils des Versuchszeitraums bei rund 20 cm und einer durchschnittlichen Standardabweichung von ca. 3 - 3,5. Bei den letzten zwei Bonituren in den Kalenderwochen 52 und 1 stieg sie auf 27,14 cm an.

##### ***ii. Merkmal Triebanzahl:***

Die mittlere Triebanzahl pro Pflanze lag während des Großteils des Versuchszeitraumes bei ca. 3,5 mit Standardabweichungen von 1,30 - 1,79 (vgl. Tab. A 9 im Anhang S. 198).

##### ***iii. Merkmal Blüte:***

Hinsichtlich der mikroskopischen Untersuchung des Apikalmeristems können für diese Art keine Angaben gemacht werden, da es sich wie erwähnt um einen Mischbestand von *Tritonia deusta* und *T. securigera* handelte. Bei der Mikroskopie in Kalenderwoche 2 (29 Wochen nach der Pflanzung) wurde eine Pflanze untersucht, die bereits einen kurz vor dem Austritt aus den Blättern befindlichen Blütentrieb aufwies. Diese Pflanze blieb bis zum Versuchsende in Kalenderwoche 9 die einzige generative des Bestandes.

#### **5.5.1.2. Frühjahrssatz**

##### ***i. Merkmal Höhe:***

Die Entwicklung der Pflanzenhöhe der Varianten von *Tritonia deusta* während des Frühjahrssatzes (vgl. Tab. A 23 im Anhang S. 212) ist in Abb. 40 dargestellt. Die Varianten 8 und 9 stellten ab Kalenderwoche 30 mit rund 15 cm die kompaktesten Pflanzen und Variante 4 mit etwas über 20 cm die höchsten Individuen.

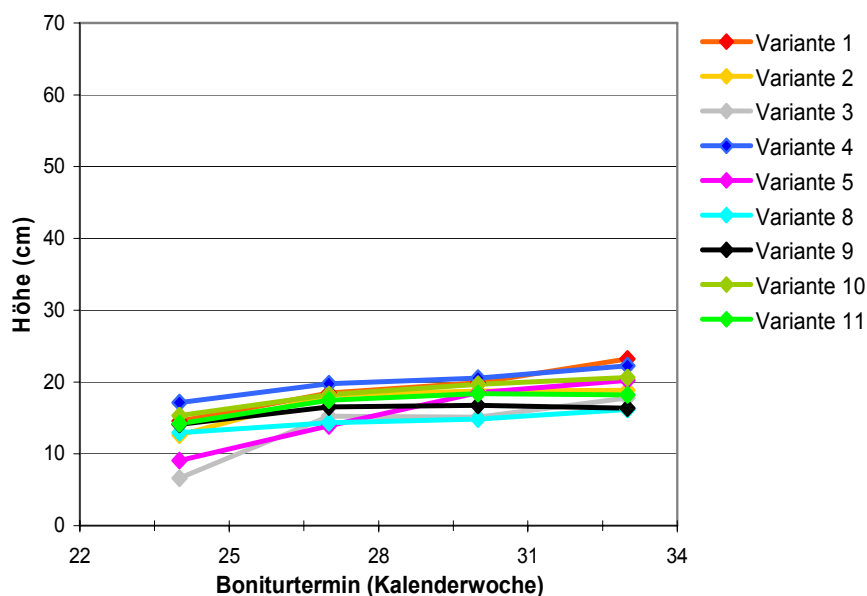


Abb. 40: Entwicklung der mittleren Pflanzenhöhe der Varianten von *Tritonia deusta* während des Frühjahrssatzes

Da es zum Aussortieren eines Teils der Versuchspflanzen nach der 3. Bonitur auf Grund der in 5.2.1. beschriebenen Vergilbungserscheinungen kam, wurde die weiterführende Auswertung mit den Daten dieses Boniturtermins durchgeführt, um größere Stichprobenumfänge zu garantieren. Der F-Test zeigte mit  $P = 0,00$  signifikante Unterschiede zwischen den Varianten auf, die im Tukey-Test deutlich wurden (Tab. 18):

Tab. 18: Arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Höhe von *Tritonia deusta* der Kalenderwoche 30 (Frühjahrssatz):

Variante	Arithmetische Mittel der Höhe (cm)	Homogene Untergruppen
Variante 8	14,86	a
Variante 3	15,10	a
Variante 9	16,75	ab
Variante 11	18,40	ab
Variante 5	18,50	ab
Variante 2	18,71	ab
Variante 10	19,69	b
Variante 1	19,91	b
Variante 4	20,56	b

Die arithmetischen Mittel, die bei den homogenen Untergruppen die gleichen Buchstaben aufweisen, unterschieden sich nicht signifikant im Tukey-Test mit  $\alpha = 10\%$ . Zwischen Variante 2 und 3 zeigte sich im Test ein signifikanter Unterschied, dieser wurde aber vernachlässigt, da keiner zwischen Variante 2 und 8 festgestellt wurde.

Der Tukey-Test macht deutlich, dass sich die in Kalenderwoche 30 erreichte Höhe der Varianten 3 und 8 signifikant von der der Varianten 1, 4 und 10 unterschied. Die Variante 2, 5, 9 und 11 unterschieden sich nicht signifikant von diesen Varianten.

Weiterhin ist anzumerken, dass die an den Pflanzen festgestellten braunen Blattspitzen zuerst an den Varianten 8, 9 und 11 auftraten. Im Versuchsverlauf zeigten sie sich dann bei allen anderen Varianten, wobei die erstgenannten Varianten weiterhin am stärksten betroffen waren. Von ihnen wurde auch die größte Anzahl von Pflanzen (über 20) bereits nach den Bonituren in den Kalenderwochen 27 und 30 wegen zu starker Verbräunung aus dem Versuch genommen. Bei der Bonitur in Kalenderwoche 33 wiesen die Varianten 1 und 10 die beste Qualität auf.

## ii. Merkmal Triebanzahl:

Die Entwicklung der Triebanzahl während des Frühjahrssatzes (vgl. Tab. A 24 im Anhang S. 213) blieb ab der Bonitur in Kalenderwoche 27 recht konstant (Abb. 41). Die Veränderung der Mittelwerte in Kalenderwoche 33 kann dem bereits erwähnten Herausnehmen eines Teils der Pflanzen aus dem Versuch zugeschrieben werden. Die weiterführende Auswertung der Boniturdaten von Kalenderwoche 30 ergab mit  $P = 0,4902$  im Kruskal-Wallis-Test keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten.

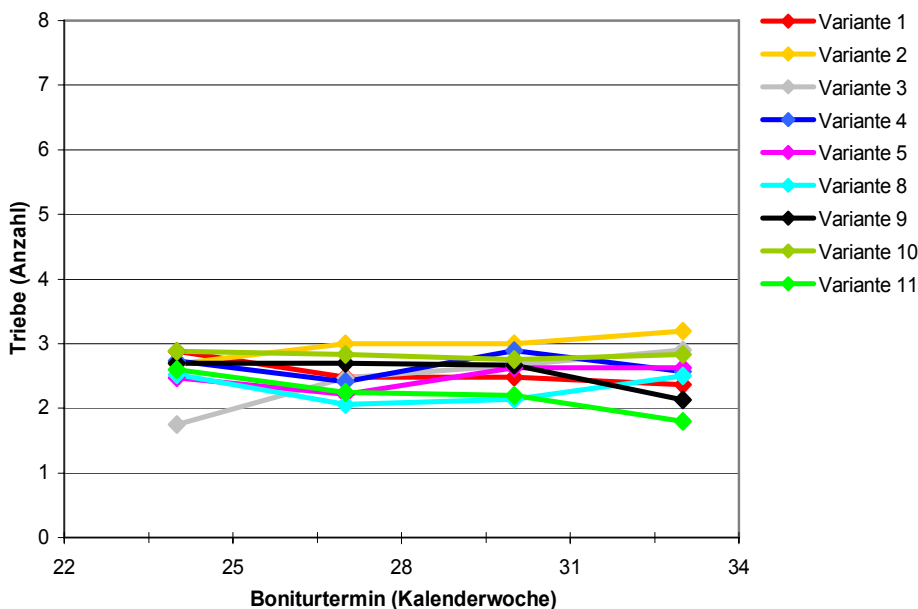


Abb. 41: Entwicklung der mittleren Triebanzahl der Varianten von *Tritonia deusta* während des Frühjahrssatzes

### iii. Merkmal Blüte:

Bei der mikroskopischen Untersuchung des Apikalmeristems (zu den Stadien der Infloreszenzinduktion bei *Tritonia deusta* siehe Abb. A 6 bis 9 ab S. 224 im Anhang) konnte bereits in Kalenderwoche 26 bei Variante 3 die Anlage von Infloreszenzprimordien festgestellt werden, d. h. vier Wochen nach der Pflanzung. Dies war für die Varianten 1, 2 und 5 in Kalenderwoche 29 der Fall, wobei Variante 10 zu diesem Zeitpunkt bereits im Gewächshaus Pflanzen mit Infloreszenzen aufwies (10 Wochen nach der Pflanzung). Bei der mikroskopischen Untersuchung in Kalenderwoche 32 wurde eine erfolgreiche Infloreszenzinduktion bei Variante 8 festgestellt. Variante 4 wies zu diesem Zeitpunkt bereits generative Pflanzen im Bestand auf.

Den geringen Anteil blühender Pflanzen im Bestand der einzelnen Varianten lässt Abb. 42 erkennen (siehe auch Tab. A 25 im Anhang S. 214). Variante 5 war die einzige Variante, bei der in Kalenderwoche 36 ein Drittel der Pflanzen blühten. Bei den Varianten 1, 2, 3 und 11 waren es immerhin 19 - 25 % des Bestandes. Die Pflanzen legten dabei meist nur einen Blütentrieb pro Pflanze mit je nur zwei bis fünf Blütenanlagen an.

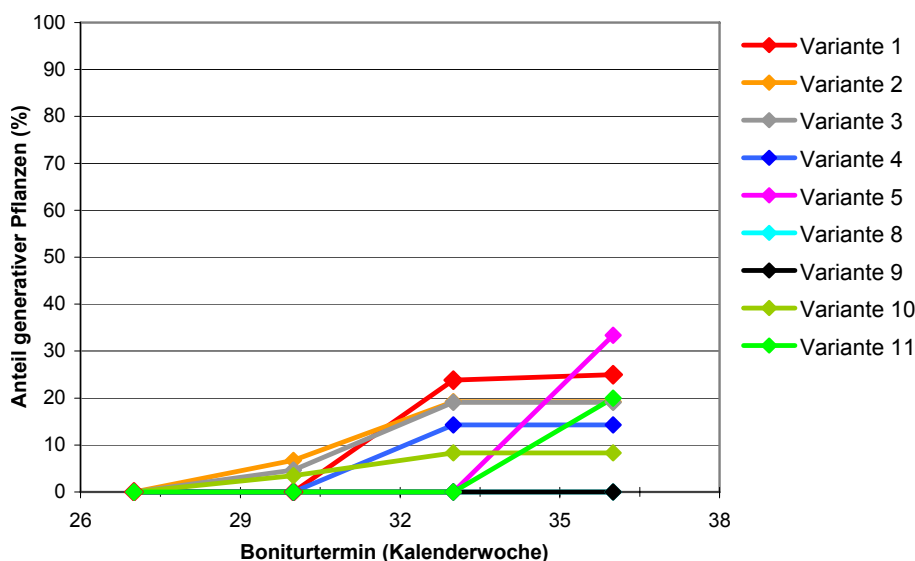


Abb. 42: Entwicklung des Anteils generativer Pflanzen der Varianten von *Tritonia deusta* während des Frühjahrssatzes

Der Anteil generativer Pflanzen von Variante 5 stieg auf 90 % bis Kalenderwoche 42. Dies stellte sich bei einer weiteren Beobachtung ihrer Pflanzen im Gewächshaus ab Kalenderwoche 39 heraus. Zu diesem Zeitpunkt wiesen die Pflanzen durchschnittlich 1,55 Blütentriebe pro Pflanze und knapp 10 Blüten pro Blütentrieb auf.



### 5.5.1.3. Spätsommersatz

#### i. Merkmal Höhe:

Die Entwicklung der Pflanzenhöhe der im Spätsommersatz realisierten Varianten von *Tritonia deusta* (vgl. Tab. A 26 im Anhang S. 215) kann in Abb. 43 nachvollzogen werden. Variante 4 fiel mit dem durch den Versuch hinweg längsten Wachstum auf, und wurde erst bei der letzten Bonitur von Variante 7 eingeholt. Die niedrigste Pflanzenhöhe im Versuchsverlauf wiesen die Varianten 3, 5 und 6 auf.

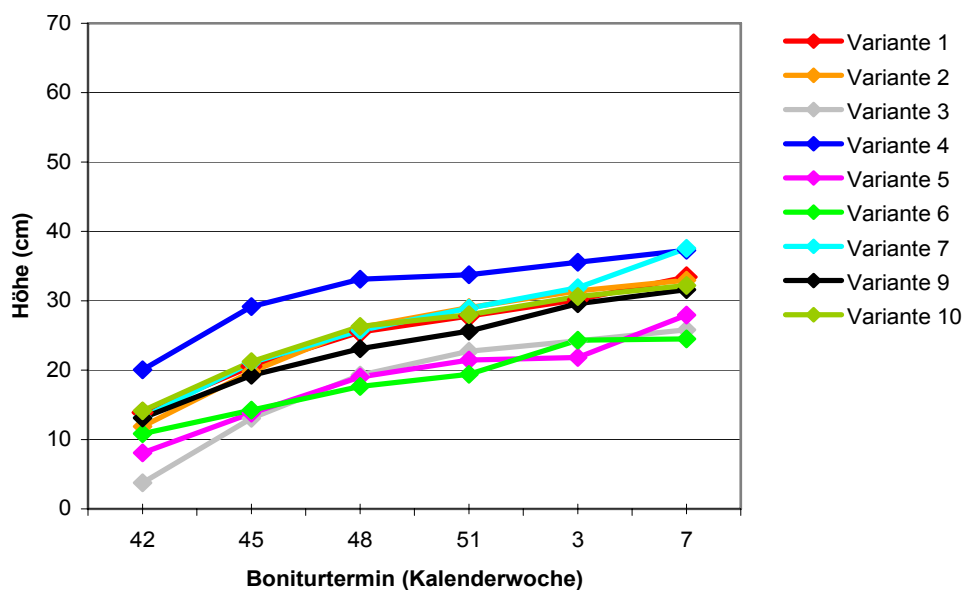


Abb. 43: Entwicklung der mittleren Pflanzenhöhe der Varianten von *Tritonia deusta* während des Spätsommersatzes

Bei der weiterführenden Auswertung der Daten des letzten Boniturtermins in Kalenderwoche 7 zeigte der Kruskal-Wallis-Test mit  $P = 0,00$ , dass signifikante Unterschiede zwischen den Varianten hinsichtlich dieses Merkmals bestanden. Der angeschlossene Test von Nemenyi ergab die Bildung folgender homogener Untergruppen in Tab. 19:

Tab. 19: Mediane, arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Höhe von *Tritonia deusta* der Kalenderwoche 7 (Spätsommersatz):

Variante	Mediane (cm)	Homogene Untergruppen	Arithmetische Mittel der Höhe (cm)
Variante 3	25,00	a	25,80
Variante 6	27,00	ab	24,50
Variante 5	30,00	abc	27,92
Variante 9	31,00	abc	31,60
Variante 10	31,00	abc	32,23
Variante 2	33,00	bc	32,57
Variante 1	33,00	bc	33,41
Variante 4	35,00	c	37,28
Variante 7	36,00	c	37,57

Bei den Medianen, die bei den homogenen Untergruppen gleiche Buchstaben aufweisen, unterschieden sich die entsprechenden Rangmittel nicht signifikant im Test von Nemenyi ( $\alpha = 5\%$ ).

Die bereits in Abb. 43 erkennbaren Unterschiede zwischen den Varianten bestätigten sich in Tab. 19. Die Varianten 4 und 7, die das stärkste Höhenwachstum aufwiesen, unterschieden sich hinsichtlich der in Kalenderwoche 7 erreichten Pflanzenhöhe signifikant von den Varianten 3 und 6, die ein kompaktes Wachstum zeigten. Auch unterschied sich die Höhe von Variante 3 auch signifikant von der der Varianten 1 und 2.

Bis auf die Verluste durch das Auftreten von verpuppten Knollen bei Variante 6 waren die Ausfallraten sowie das Auftreten von braunen Blattspitzen im Vergleich zum Frühjahrssatz gering. Erst bei der Bonitur in Kalenderwoche 48 konnte bei allen Varianten einheitlich das Auftreten von braunen Blattspitzen in begrenzter Ausprägung festgestellt werden. Sie war im restlichen Versuchsverlauf am stärksten bei Variante 4 und am geringsten bei Variante 7. Die Pflanzen von Variante 6 wiesen -wenn sie nicht aus dem Versuch genommen waren- ähnlich wie bei den *Sparaxis*-Hybriden ein sehr schwaches Wachstum auf. Auch der Bestand von Variante 3 wies dünnere Triebe als die der restlichen Varianten auf. Die Pflanzen von Variante 5 vergilbten gegen Ende des Versuches. Obwohl die Qualität der Pflanzen insgesamt während des Spätsommersatzes wesentlich besser war, als in den anderen Sätzen, konnten eigentlich nur die von Variante 7 hinsichtlich ihrer Wüchsigkeit, Standfestigkeit und ihres Blühreichtums überzeugen (Abb. 44).



Abb. 44: *Tritonia deusta* zum Versuchsende 2007 (Foto EHRICH, 19.02.07)

#### ii. Merkmal Triebanzahl:

Die mittlere Triebanzahl blieb im Versuchsverlauf (vgl. Tab. A 27 im Anhang S. 216) ab der Kalenderwoche 45 recht konstant (Abb. 45). Die Abnahme der mittleren Triebanzahl der Varianten 3 und 6 bei der Bonitur in Kalenderwoche 3 kann mit dem Herausnehmen einiger Pflanzen aus dem Versuch erklärt werden.

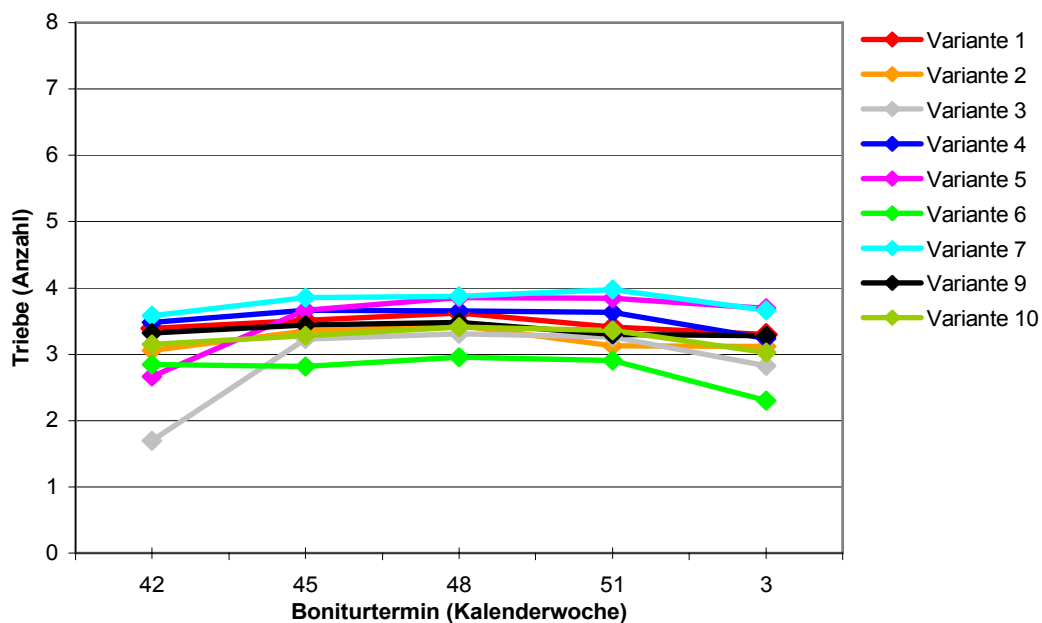


Abb. 45: Entwicklung der mittleren Triebanzahl der Varianten von *Tritonia deusta* während des Spätsommersatzes

Bei der weiterführenden Untersuchung der Boniturdaten der Kalenderwoche 3 ergab  $P = 0,0226$  im Kruskal-Wallis-Test, dass signifikante Unterschiede hinsichtlich der Triebanzahl zwischen den Varianten bestanden. Da der angeschlossene Test von Nemenyi keine schlüssigen Ergebnisse lieferte, erfolgte der paarweise Vergleich zweier Varianten mit dem Mann-Whitney-Test. Die Ergebnisse dieser Vergleiche wurden in homogenen Untergruppen zusammengefasst und werden in Tab. 20 dargestellt.

Tab. 20: Arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Triebanzahl von *Tritonia deusta* der Kalenderwoche 7 (Spätsommersatz):

Variante	Arithmetische Mittel der Triebanzahl	Homogene Untergruppen
Variante 6	2,30	a
Variante 3	2,82	ab
Variante 10	3,02	b
Variante 2	3,11	bc
Variante 4	3,24	bc
Variante 9	3,28	bc
Variante 1	3,30	bc
Variante 7	3,66	c
Variante 5	3,69	bc

Die arithmetischen Mittel, die bei den homogenen Untergruppen die gleichen Buchstaben aufweisen, unterschieden sich nicht signifikant im paarweisen Mann-Whitney-Test mit  $\alpha = 5\%$ . Da die Rangmittel der einzelnen Varianten in jedem der durchgeführten paarweisen Vergleiche verschieden sind, wurden die Mediane hier nicht mit dargestellt.

Es fällt auf, dass Variante 7 -trotz ihrer geringeren mittleren Triebanzahl als Variante 5- nicht mehr der homogenen Untergruppe „b“ angehört, Variante 5 aber schon. Dies ist dem verwendeten Rangverfahren zuzuschreiben und weist darauf hin, dass Variante 7 -trotz eines niedrigeren arithmetischen Mittels- in den paarweisen Vergleichen immer ein höheres Rangmittel zugewiesen wurde, als Variante 5. Trotz dieser Tatsache wird aus Tabelle 16 deutlich, dass sich Variante 6 mit der geringsten mittleren Triebanzahl signifikant von allen Varianten außer Variante 3 unterschied. Alle restlichen Varianten unterschieden sich nicht signifikant voneinander.

### **iii. Merkmal Blüte:**

Bei der mikroskopischen Untersuchung des Apikalmeristems in der Kalenderwoche 43 (d. h. sechs Wochen nach Pflanzung) konnte bei Varianten 6 und 7 eine erfolgreiche Infloreszenzinduktion festgestellt werden. Die Varianten 3 und 5 wurden zu diesem Termin noch nicht untersucht. Bei der nächsten Untersuchung in Kalenderwoche 46 konn-

ten Infloreszenzprimordien bei Variante 3, 5 und 9 (neun Wochen nach Pflanzung) festgestellt werden. Bei Variante 1 und 10 kam es dazu erst in Kalenderwoche 49 bzw. für die Varianten 2 und 4 erst in Kalenderwoche 2 des Folgejahres.

Abb. 46 veranschaulicht den prozentualen Anteil blühender Pflanzen im Bestand der jeweiligen Varianten im Versuchsverlauf (vgl. Tab. A 28 im Anhang S. 217). Es fiel auf, dass Variante 6 besonders früh zu blühen begann, dies hatte sich bereits bei der mikroskopischen Untersuchung angedeutet. In Kalenderwoche 3 wurde sie aber von Variante 5 und in Kalenderwoche 7 auch von Variante 7 eingeholt. Alle anderen Varianten wiesen einen geringeren Anteil an Pflanzen mit Infloreszenzen in ihrem Bestand auf.

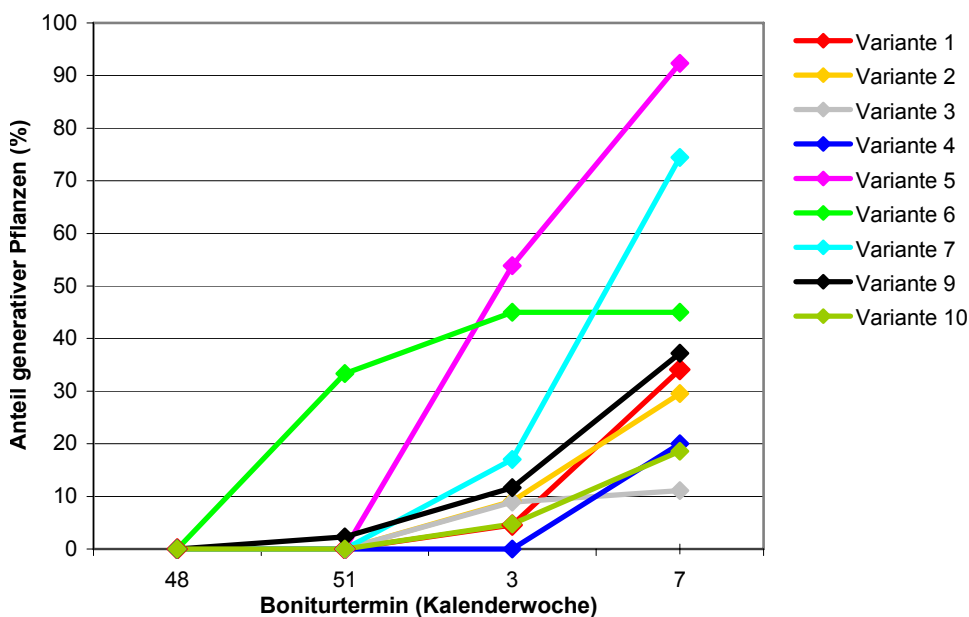


Abb. 46: Entwicklung des Anteils generativer Pflanzen der Varianten von *Tritonia deusta* während des Spätsommersatzes

Für Variante 1, 2, 5, 6, 7 und 9 erfolgte die weiterführende Untersuchung der Merkmale Blütentriebanzahl pro generativer Pflanze bzw. Anzahl der Blütenanlagen pro Blütentrieb der generativen Pflanzen des letzten Boniturtermins. Bei erstgenanntem Merkmal zeigte der Kruskal-Wallis-Test mit  $P = 0,0164$ , dass signifikante Unterschiede zwischen den sechs Varianten bestehen. Da der angeschlossene Test von Nemenyi keine schlüssigen Ergebnisse lieferte, erfolgten paarweise Vergleiche von jeweils zwei Varianten mit dem Mann-Whitney-Test, deren Ergebnisse in Tab. 21 zusammengefasst werden:

Tab. 21: Arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Blütentriebanzahl pro Pflanze von *Tritonia deusta* der Kalenderwoche 7 (Spätsommersatz):

Variante	Arithmetische Mittel der Anzahl der Blütentriebe pro Pflanze	Homogene Untergruppen
Variante 2	1,31	a
Variante 6	1,33	a
Variante 1	1,47	a
Variante 5	1,50	a
Variante 9	1,81	ab
Variante 7	2,23	b

Die arithmetischen Mittel, die bei den homogenen Untergruppen die gleichen Buchstaben aufweisen, unterschieden sich nicht signifikant im paarweisen Mann-Whitney-Test mit  $\alpha = 5\%$ . Da die Rangmittel der einzelnen Varianten in jedem der durchgeführten paarweisen Vergleiche verschieden sind, wurden die Mediane hier nicht mit dargestellt.

In Tab. 21 wird deutlich, dass die Blütentriebanzahl bei Variante 7 signifikant höher war, als bei allen anderen Varianten außer Variante 9. Die Blütentriebanzahl der restlichen Varianten (inklusive Variante 9) unterschieden sich nicht signifikant voneinander.

Bei der Auswertung der Daten für die Anzahl von Blütenanlagen pro Blütentrieb ergab der Kruskal-Wallis-Test mit  $P = 0,00$  ebenfalls statistisch signifikante Unterschiede zwischen den sechs Varianten. Diese wurden im Test von Nemenyi ermittelt und in Form homogener Untergruppen zusammengefasst (Tab. 22). Auch bei diesem Merkmal führte Variante 7, sie unterschied sich signifikant von allen anderen Varianten, die sich sonst untereinander nicht signifikant unterschieden.

Tab. 22: Mediane, arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Blütenanlagenanzahl pro Blütentrieb von *Tritonia deusta* der Kalenderwoche 7 (Spätsommersatz):

Variante	Mediane	Homogene Untergruppen	Arithmetische Mittel der Blütenanlagenanzahl pro Blütentrieb
Variante 6	4,00	a	4,50
Variante 2	6,00	a	6,31
Variante 9	6,00	a	6,52
Variante 5	6,00	a	7,50
Variante 1	6,50	a	7,00
Variante 7	12,00	b	14,43

Bei den Medianen, die bei den homogenen Untergruppen gleiche Buchstaben aufweisen, unterschieden sich die entsprechenden Rangmittel nicht signifikant im Test von Nemenyi ( $\alpha = 5\%$ ).

### 5.5.2. Diskussion der Ergebnisse zu *Tritonia deusta*

#### 5.5.2.1. Merkmal Höhe

Beim Vergleich der mittleren Pflanzenhöhe der drei realisierten Sätze ließen sich 10 - 11 Wochen nach der Pflanzung folgende Werte anführen:

- o Anfangssatz: 20,26 cm
- o Frühjahrssatz: 14,86 - 20,56 cm (je nach Variante)
- o Spätsommersatz: 17,65 - 33,10 cm (je nach Variante)

Bei den angeführten Werten ist, wie bei *Freesia laxa* und den *Sparaxis*-Hybriden, die Tendenz zu erkennen, dass die hohe Lichtintensität während der Kultur in den warmen Sommermonaten das Höhenwachstum im Vergleich zu der kühlen Kultur im Spätsommersatz bremste. In beiden Pflanzsätzen der Versuche 2006 wiesen die Pflanzen von Variante 4 die höchste mittlere Pflanzenhöhe aller Varianten auf, die sich jedoch in beiden Sätzen nicht signifikant von der der Kontrolle unterschied. Die mittlere Pflanzenhöhe beider Sätze unterschied sich um fast 13 cm, obwohl beide unter warmen (wenn auch nicht gleichen) Kulturbedingungen kultiviert wurden. Das lässt sogar die Vermutung zu, dass die Lichtintensität hinsichtlich der Höhenentwicklung der Pflanzen eine größere Rolle spielte als die Temperatur. Diese Vermutung wird außerdem durch das Verhalten von Variante 5 in beiden Sätzen unterstützt: Ihre mittlere Pflanzenhöhe war sehr ähnlich, nämlich 18,50 cm im Frühjahrs- und 19,00 cm im Spätsommersatz. Während des Frühjahrssatzes gehörte Variante 5 zu den höher werdenden Varianten, da ihre Pflanzen weniger Licht als die der anderen Varianten im Gewächshaus erhielten. Während des Spätsommersatzes gehörte Variante 5 zu den kleiner bleibenden Varianten, da ihre Pflanzen höheren Lichtintensitäten ausgesetzt waren, als die der anderen Varianten (außer Variante 7) im Gewächshaus. In beiden Sätzen unterschied sich die mittlere Pflanzenhöhe von Variante 5 allerdings nicht signifikant von der der Kontrolle. Gegen diesen Trend ging das Verhalten von Variante 7: Ihre Pflanzen waren im Mittel etwas größer als die der Kontrolle, obwohl sie mehr Licht als diese erhielten. Ein Einfluss der Kulturtemperatur ist also durchaus ableitbar. Anscheinend wurde das Höhenwachstum bei hohen Lichtintensitäten nur dann gebremst, wenn hohe Kulturtemperaturen vorherrschten, ähnlich wie bei den *Sparaxis*-Hybriden. Da 10 - 11 Wochen nach der Pflanzung noch keine Blütentriebe an den Pflanzen von Variante 7 vorhanden waren, konnten diese auch nicht messtechnisch die mittlere Pflanzenhöhe gegenüber der der Variante 1 erhöht haben.

Keine eindeutigen Ergebnisse gab es hinsichtlich der Wachstumsregulierung der Pflanzen als Folge der durchgeführten CCC-Behandlungen. Während des Frühjahrssatzes wiesen die beiden Varianten 8 und 9 eine im Mittel um 3 - 5 cm signifikant geringere Höhe als die Kontrolle auf. Unerwartet war, dass Variante 8, die mit einer kleineren Konzentration an CCC behandelt wurde, tendenziell kleiner blieb, als Variante 9. Während des Spätsommersatzes waren die Pflanzen von Variante 9 zwar im Mittel immer noch kleiner als die der Kontrolle, jedoch war dieser Unterschied nicht mehr signifikant. Ähnlich wie bei *Freesia laxa* und den *Sparaxis*-Hybriden schien Chlormequat abhängig von den Kulturbedingungen unterschiedliche Wirkungen zu entfalten. Nachteilig war, dass die CCC-behandelten Pflanzen bei warmer Kultur sehr früh das Auftreten von braunen Blattspitzen zeigten, dabei jedoch kompakter blieben.

Die Variante 3 brachte in beiden Pflanzsätzen der Versuche 2006 signifikant kleinere Pflanzen als die der Kontrolle hervor. Dies entsprach dem Verhalten der von BERHOEF und ZEVENBERGEN (1990) untersuchten Freesien. Im Spätsommersatz fielen die Pflanzen dieser Variante durch einen schwachen Wuchs negativ auf.

Die Gabe von Langzeitdünger anstatt einer regelmäßigen Flüssigdüngung wirkte sich nicht signifikant auf die Höhe der Pflanzen im Vergleich zu den anderen realisierten Varianten im Frühjahrssatz aus. Die Pflanzen von Variante 11 blieben im Mittel sogar etwas kleiner als die der Kontrolle. Nachteilig war, dass die Pflanzen auch dieser Variante bei den warmen Witterungsbedingungen des Frühjahrssatzes besonders schnell braune Blattspitzen ausbildeten. Möglicherweise waren die Nährstoffgaben hier höher als die Ansprüche dieser Art, so dass es zu einer geringfügigen Wuchshemmung kam.

Eine Kühlagerung der Knollen bei 5 °C für vier Wochen vor der Pflanzung resultierte in Pflanzen, die sich in ihrer Höhenentwicklung sehr ähnlich wie die der Kontrolle verhielten. Die Pflanzen der Variante 6 dagegen, mit deren Knollen eine Langzeitlagerung bei 2 °C 3,5 Monate lang nach der Präparation, aber vor der Aktivierung durchgeführt wurde, brachten tendenziell kürzere Pflanzen als die Kontrolle hervor. Gleichzeitig wies ihr Bestand aber -ähnlich wie bei den *Sparaxis*-Hybriden dieser Variante- einen sehr schwachen Wuchs auf und ein Teil der Knollen trieb gar nicht aus, sondern verpuppte sich (vgl. Abb. 23). Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Kaltlagerung erst nach der erfolgten Präparation, und nicht, wie vom IBC (undatiert) empfohlen (vgl. 3.4.3.), davor durchgeführt wurde.



Das Auftreten von braunen Blattspitzen konnte im Spätsommersatz fast vollständig durch ausreichende Belichtung und eine kühle Kulturführung verhindert werden. Dabei schien eine Kultur bei 17 °C tags und 13 °C nachts (mit 400 W h<sup>-1</sup> Zusatzbelichtung) vorteilhafter zu sein, als die Kultur bei konstant 13 °C (mit 250 W h<sup>-1</sup> Bestrahlung). Bei letzterer vergilbten die Pflanzen zum Ende der Kultur, obwohl sie normal blühten. Generell konnte aber die Meinung von DUNCAN (2006) nicht bestätigt werden, dass ein attraktiv grünes Laub an den Pflanzen auch über die Blüte hinweg durch ausreichende Bewässerung zu erhalten ist. Diese wurde bei allen Pflanzsätzen durchgeführt, es kam aber trotzdem zu Vergilbungserscheinungen und braunen Blattspitzen an den Pflanzen.

Abschließend wird an dieser Stelle noch angemerkt, dass die Pflanzen des Spätsommersatzes, trotz der Kultur während der lichtarmen Wintermonate, in ihrer Qualität -vor allem Variante 1 und 10- um ein vielfaches besser waren, als die Pflanzen der jeweiligen Varianten des Frühjahrssatzes. Die beste Qualität -sowohl des vegetativen als auch des generativen Wachstums (siehe 5.5.2.3.)- konnte bei einer kühlen Kultur mit gleichzeitiger Zusatzbelichtung (Variante 7) erreicht werden (vgl. Abb. 44).

#### 5.5.2.2. Merkmal Triebanzahl

Beim Vergleich der durchschnittlichen Triebanzahl bei den drei realisierten Sätzen ließen sich 10 - 11 Wochen nach der Pflanzung folgende Mittelwerte feststellen:

- o Anfangssatz: 3,68
- o Frühjahrssatz: 2,14 - 3,00 (je nach Variante)
- o Spätsommersatz: 2,96 - 3,88 (je nach Variante)

Tendenziell werden also unter natürlichen Schwachlichtbedingungen mehr Triebe gebildet als in der lichtreichen Jahreszeit. Ein Vergleich der mittleren Triebanzahl der Variante 5, die sowohl im Frühjahrs- als auch im Spätsommersatzes unter genau gleichen Bedingungen kultiviert wurde, zeigt aber die Variabilität in der Ausprägung dieses Merkmals. Denn während des Frühjahrssatzes wurden bei Variante 5 im Mittel 2,63 Triebe angelegt, im Spätsommersatz dagegen 3,86. Es scheint also, ähnlich wie bei den bereits besprochenen Arten/Hybriden, so zu sein, dass das Merkmal eher durch die zufällige Auswahl der Knollen für die jeweilige Variante bedingt wurde, die in ihrer Größe variierten. Sicherlich gilt aber auch hier, dass wegen der höheren Stichprobenumfänge der anderen Varianten gegenüber Variante 5 deren Ergebnisse gesicherter sind.

Hinsichtlich der anderen Varianten gibt es kaum eindeutige Ergebnisse, die klare Tendenzen erkennen lassen. So wiesen beispielsweise Variante 2 und 3 während des Frühjahrssatzes die höchste mittlere Triebanzahl auf, doch während des Sommersatzes fast die geringste. Hervorzuheben bleibt, dass die schwachwüchsigen Pflanzen von Variante 6 eine signifikant geringere durchschnittliche Triebanzahl zum letzten Boniturtermin hatten, als alle anderen Varianten außer Variante 3. Der unregelmäßige und schlechte Wuchs dieser Variante wirkte demnach auch negativ auf die Triebanzahl.

#### 5.5.2.3. Merkmal Blüte

Der Vergleich des Zeitbedarfs von der Pflanzung bis zur mikroskopisch festgestellten Infloreszenzinduktion der Pflanzen bzw. bis zum Auftreten der ersten blühenden Pflanzen im Bestand des Anfangssatzes und der Kontrollen der zwei Pflanzsätze der Versuche 2006 ergab:

- o Anfangssatz: keine Angaben/mehr als 29 Wochen
- o Frühjahrssatz: 10 Wochen/14 Wochen
- o Spätsommersatz: 12 Wochen/17 Wochen

Die Angaben zur Dauer bis zur Infloreszenzinduktion werden allerdings nur unter Vorbehalt angegeben, da durch den Mischbestand mit *Tritonia securigera* nicht ausgeschlossen werden kann, dass es sich bei den mikroskopisch untersuchten Pflanzen nicht um *Tritonia deusta* handelte.

Die Daten lassen erkennen, dass die Infloreszenzinduktion nicht vom Pflanzzeitpunkt und den dabei gegebenen Kulturbedingungen abhing, sondern nach 10 - 12 Wochen vollzogen war. Sie folgt also wie bei *Gladiolus* einem endogenen Rhythmus (vgl. Abschnitt 3.6.3.). Bei den Schwachlichtbedingungen des Spätsommersatzes war die Zeitspanne zwischen Induktion und Anthese etwas länger. Eine fakultative Langtagsreaktion könnte vermutet werden, doch im Hinblick auf die nicht genaue Präzisierung der Stadien der Infloreszenzinduktion kann diese Vermutung nicht hinreichend belegt werden.

Die bei den oben dargestellten Daten beschriebene verzögerte Infloreszenzinduktion bzw. der verzögerte Blühbeginn der Pflanzen aus Variante 1 des Spätsommersatzes schlägt sich in gleicher Weise bei dem Anteil generativer Pflanzen nach Kultur über 3,5 Monate nieder. 16 - 17 Wochen nach der Pflanzung konnten in den Beständen oben genannter Varianten folgende Anteile blühender Pflanzen festgestellt werden:

- o Anfangssatz: 0 %
- o Frühjahrssatz: 25,00 %
- o Spätsommersatz: 4,55 %

Durch eine früh erfolgte Infloreszenzinduktion fiel während der Versuche 2006 vor allem Variante 3 auf, deren Apex bereits vier bis sechs Wochen nach der Pflanzung eine angelegte Infloreszenz zeigte. Diese Variante koinzidierte in ihrem Blühbeginn mit dem der anderen Varianten, obwohl sie zwei bis drei Wochen später getopft worden war. Die verlängerte 13 °C-Aktivierung führte demnach zu einer Verfrühung der Infloreszenzinduktion um sechs und des Blühbeginns um zwei bis drei Wochen. Nachteil dieser Variante war, dass in beiden Sätzen nur weniger als 20 % der Pflanzen im Bestand blühten und diese im Mittel nie mehr als einen Blütentrieb pro Pflanze aufwiesen. Dazu kam die bereits unter 5.5.2.1. beschriebenen Schwachwüchsigkeit der Pflanzen.

Eine Kühlagerung der Knollen (Variante 2) vor der Pflanzung hatte -wie auch bei dem Merkmalen Höhe und Triebanzahl- keine besonderen Auswirkungen auf die Blüte der Pflanzen. Die Infloreszenzinduktion erfolgte in beiden Sätzen zur gleichen Zeit wie die der Kontrolle. Der Blühbeginn wurde zwar während des Frühjahrssatzes eine Bonitur früher als bei der Kontrolle festgestellt, im Spätsommersatz fand er jedoch zum gleichen Zeitpunkt statt. Der Anteil blühender Pflanzen im Bestand von Variante 2 war in beiden Sätzen ähnlich dem der Kontrolle, er betrug zum Ende des Spätsommersatzes rund 30 % (10 % mehr als im Frühjahrssatz). Die Pflanzen wiesen hier jedoch die geringste durchschnittliche Blütentriebanzahl und die zweitniedrigste mittlere Anzahl an Blütenanlagen pro Infloreszenz der sechs miteinander verglichenen Varianten auf.

Interessant bei der Art *Tritonia deusta* ist, dass sie nicht auf niedrige Temperaturen angewiesen war, um sowohl die Infloreszenzinduktion erfolgreich zu vollziehen, als auch um zu blühen. Dies zeigten sowohl die Ergebnisse des Frühjahrssatzes, als auch die der Variante 4 des Spätsommersatzes. Zwar blühten bei einer kühlen Kultur mehr Pflanzen im Bestand und wiesen auch eine bessere Blühleistung auf, doch konnte die Anthese der Pflanzen durch hohe Temperaturen nicht vollständig verhindert werden.

Wären die Varianten 5 und 7 im Spätsommersatz nicht durchgeführt worden, könnte an Hand der geringen Raten blühender Pflanzen aller Varianten des Frühjahrs- und Spätsommersatzes vermutet werden, dass die Blühquote von der Knollengröße, d. h. dem Knollenalter, bestimmt wird und die importierten Knollen zu 70 - 80 % unter einer

blühfähigen Größe gelegen hatten. Der hohe Prozentsatz generativer Pflanzen der Varianten 5 (92,31 %) und 7 (74,47 %) des Spätsommersatzes nach fünfmonatiger Kultur zeigten aber, dass dies nicht der Fall war. Dies erlaubt die Interpretation, dass zu hohe Temperaturen und Schwachlichtbedingungen zum Blütenabort bei nicht allen, aber bei vielen der Pflanzen der anderen Varianten geführt hatten. Wie bei den *Sparaxis*-Hybriden, ist eine helle sowie kühle Kulturführung notwendig, um einen hohen Prozentsatz blühfähiger Ware zu erzielen. Der Anteil generativer Pflanzen von Variante 5 des Frühjahrssatzes war zur letzten Bonitur nur deshalb so gering (33,33 %), weil die letzte Blütenbonitur im Rahmen des Frühjahrssatzes bereits fünf Wochen vor der letzten Bonitur der gleichen Variante des Spätsommersatzes erfolgt war. Nach dem Einräumen der Pflanzen aus der Klimakammer in die Kabine des Gewächshauses fanden sich sechs Wochen später ebenfalls rund 90,00 % blühenden Pflanzen im Bestand.

Beim Vergleich der Blühleistung der Varianten 5 und 7 des Spätsommersatzes fällt auf, dass die Individuen von Variante 7 signifikant mehr Blütentriebe und signifikant mehr Blütenanlagen pro Blütentrieb bildeten, als die von Variante 5. Dabei waren rund 15 % mehr Pflanzen von Variante 5 zu diesem Zeitpunkt generativ. Dies könnte die Angaben des IBC (undatiert) bestätigen, dass Pflanzen an einem helleren Standort mehr Blüten anlegen (vgl. Abschnitt 3.4.3.). Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass dies nicht von der höheren Belichtungsintensität der Variante 7 verursacht wurde, sondern durch die höhere Tageskulturtemperatur dieser Variante.

Die Kaltlagerung der Knollen bei 2 °C bewirkte eine nach bereits sechs Wochen im Apex der Knollen erkennbar vollzogene Infloreszenzinduktion und einen um 4 Wochen vorverlegten Blühbeginn der Pflanzen dieser Variante im Vergleich zu allen anderen Varianten des Spätsommersatzes. Zudem blühte bei Variante 6 ein höherer Anteil an Pflanzen, als bei allen anderen Varianten außer den Varianten 5 und 7. Diesen positiven Wirkungen der Kaltlagerung entgegen stand -neben dem bereits erwähnten schwachen Wuchs der Pflanzen und dem Verpuppen einiger Knollen- eine im Vergleich zu den anderen Varianten niedrige Anzahl an Blütentrieben und Blütenanlagen pro Blütentrieb.

Während des Frühjahrssatzes führte eine CCC-Behandlung nicht nur zu einem frühen Auftreten von braunen Blattspitzen an den Pflanzen, auch blühte während dieses Satzes keine einzige so behandelte Pflanze der Varianten 8 und 9. Diese negativen Wirkungen wiederholten sich während des Spätsommersatzes nicht, hier blühten von Variante 9

sogar geringfügig mehr Pflanzen, als bei der Kontrolle. Auch wurde der Blühbeginn wie bei Variante 6 eine Bonitur früher festgestellt, obwohl die Infloreszenzinduktion im Apex mikroskopisch drei Wochen nach der von Variante 6 festgestellt wurde. Weiterhin fielen die blühenden Pflanzen von Variante 9 mit einer signifikant höheren Blütentriebanzahl als die Varianten 1, 2, 5 und 6 auf.

### **5.5.3. Zusammenfassung und Fazit zu *Tritonia deusta***

Nachfolgend werden die in den Versuchen 2005 und 2006 gewonnenen Ergebnisse von *Tritonia deusta* abschließend zusammengefasst:

- o Bei hohen verfügbaren Lichtintensitäten wurde das Höhenwachstum bei hohen Kulturtemperaturen (während der Sommermonate) gehemmt und bei kühlen Kulturtemperaturen (17 °C tags und 13 °C nachts) gefördert.
- o Eine kühle Kultur brachte allgemein bessere Pflanzenqualitäten (vegetativ und generativ) als eine warme hervor, obwohl sie länger dauerte.
- o Um einen hohen Prozentsatz blühender Pflanzen im Bestand zu erreichen, war eine ausreichend kühle Kultur bei hohen Lichtintensitäten notwendig. Bei einer Kulturtemperatur von 17 °C tags und 13 °C nachts und einer Zusatzbelichtung von 400 W h<sup>-1</sup> (über 12 h) während der Wintermonate wurden die besten Pflanzenqualitäten praktisch ohne das Auftreten brauner Blattspitzen erreicht. Allerdings dauerte die Kultur bis zum Blühbeginn knapp fünf Monate.
- o Die Infloreszenzinduktion der nicht speziellen Temperaturbehandlungen im Lager unterworfenen Pflanzen war 10 - 12 Wochen nach der Pflanzung vollzogen und scheinbar unabhängig von den dabei herrschenden Kulturbedingungen.
- o Die Blütentriebentwicklung nach erfolgreicher Infloreszenzinduktion erfolgte auch bei hohen Kulturtemperaturen, allerdings blühten unter diesen Bedingungen weniger Pflanzen im Bestand, und dies mit einer geringeren Blütentriebqualität.
- o Zum Blütenabort nach der Infloreszenzinduktion kam es sowohl bei kühler Kultur bei gleichzeitigen Schwachlichtbedingungen, als auch bei warmer Kultur und hohen oder niedrigen Lichtintensitäten.
- o Höhere Nährstoffgaben über die Beimischung eines Langzeitdüngers zum Substrat wirkten sich nicht auf die untersuchten Merkmale aus, nachteilig war dabei aber das frühe Auftreten von braunen Blattspitzen bei hohen Kulturtemperaturen.

- o Eine CCC-Behandlung bei hohen Kulturtemperaturen hemmte das Höhenwachstum signifikant, führte zur frühzeitigen Bildung von braunen Blattspitzen und zum vollständigen Infloreszenzabort. Bei einer kühlen Kultur reduzierte sie die Pflanzenhöhe, verfrühte die Anthese und erhöhte die Blütentriebanzahl nur tendenziell.
- o Es konnte eine tendenzielle Triebanzahlerhöhung bei lichtreicher Kultur festgestellt werden. Scheinbar hing dieses Merkmal aber auch von der Knollengröße ab und seine Ausprägung war wahrscheinlich zufällig.
- o Eine negative Wirkung des dem Substrat beigesetzten Perlites auf Wachstum und Entwicklung der Pflanzen konnte im Vergleich der Ergebnisse der untersuchten Merkmale mit denen der Variante 10 nicht festgestellt werden.

Durch spezielle Temperaturbehandlungen im Lager vor der Pflanzung konnten folgende Ergebnisse erzielt werden:

- o Eine verlängerte 13 °C-Aktivierung der Knollen hemmte signifikant das Längenwachstum sowohl bei warmer als auch bei kühler Kultur. Sie verfrühte die Infloreszenzinduktion im Apex um vier bis sechs Wochen, die Pflanzen begannen jedoch trotz späterer Pflanzung mit denen der anderen Variante zu blühen. Negativ war, dass sowohl bei warmer als auch bei kühler Kultur nur ca. 20 % der Pflanzen dieser Variante blühten und bei kühler Kultur ihr Wachstum schwach war.
- o Eine Kühlagerung der Knollen vor der Pflanzung wirkte sich nicht auf die Längenentwicklung der Pflanzen aus. Ihr Blühverhalten war ähnlich wie bei der Kontrolle, jedoch war die Blütentriebsqualität geringer.
- o Die Langzeitlagerung der Knollen bei 2 °C reduzierte tendenziell die Pflanzenhöhe, führte aber zum Verpuppen eines Teils der Knollen und zur Schwachwüchsigkeit der übrigen Pflanzen. Obwohl die Infloreszenzinduktion im Apex bereits nach sechs Wochen nachweisbar wurde und die Pflanzen vier Wochen vor den anderen Varianten anfangen zu blühen, war die Blütentriebsqualität gering.

Obwohl die Knollen für den Spätsommersatz insgesamt vier Monate länger als die des Frühjahrssatzes gelagert wurden, war die vegetative und generative Leistung der Pflanzen gleich oder sogar besser. Da zudem der Export aus Südafrika komplikationslos verlief, kann die Eignung von *Tritonia deusta* für den Export und für eine Langzeitlagerung festgestellt werden. Bei letzterer müssen allerdings höhere Ausfallraten der

Knollen in Kauf genommen werden. Eine Terminisierung der Blüte zur Vorweihnachtszeit wurde im Spätsommersatz der Versuche nicht erreicht, sollte aber durch einen etwas früheren Topftermin möglich sein. Hierbei ist allerdings fraglich, ob dies bei im August mit teilweise noch hohen Außentemperaturen realisiert werden kann, wenn die Kulturdauer bis zum Blühbeginn knapp fünf Monate beträgt.

Ansprechende Qualitäten der Pflanzen für die Verwendung als Topfpflanze werden nur durch eine kühle Kultur mit Zusatzlicht während der Wintermonate erreicht. Hierbei dürfte eine Wachstumsregulierung der Pflanzen nur bedingt notwendig sein, denn sie wiesen zum Versuchsende eine Höhe von gut 35 cm (inklusive Blütentrieb) auf (Variante 7 des Spätsommersatzes). Eine warme Kulturführung und/oder der Verzicht der Gabe von Zusatzlicht zu dieser Jahreszeit führte nicht zur Verhinderung der Infloreszenzinduktion im Apikalmeristem. In der Folge reduzierte sich jedoch die Anzahl blühender Pflanzen im Bestand. Neu wurde für diese Art in diesem Zusammenhang festgestellt, dass die Infloreszenzinduktion von den Kulturbedingungen unabhängig ist, jedoch hohe Kulturtemperaturen bzw. Schwachlichtbedingungen zum Infloreszenzabort bei einem Teil der Pflanzen führen. Auch konnte für diese Art eine nicht qualitative Tageslängenreaktion festgestellt werden.

Eine erstmalig an dieser Art durchgeführte CCC-Behandlung hatte bei hohen Kulturtemperaturen negative Folgen für Wachstum und Entwicklung der Pflanzen und kann nur bei einer kühlen Kulturführung empfohlen werden. Hierzu sind weiterführende Untersuchungen notwendig. Außerdem kann von den zum ersten Mal an dieser Art durchgeführten verschiedenen Temperaturbehandlungen der Knollen im Lager abgeraten werden. Sowohl eine Kaltlagerung der Knollen (2 °C) nach erfolgter Präparation zwecks Senkung der Masseverluste, wie auch eine verlängerte Aktivierung der Knollen (13 °C) und eine Kühllagerung der Knollen (5 °C) vor der Pflanzung senkten die Pflanzen- bzw. Infloreszenzqualität während deren späterer Entwicklung.

## 5.6. *Tritonia securigera*

### 5.6.1. Boniturergebnisse und statistische Auswertungen zu *Tritonia securigera*

#### 5.6.1.1. Anfangssatz

##### **i. Merkmal Höhe:**

Die Höhenentwicklung der Pflanzen während des Anfangssatzes (vgl. Tab. A 10 im Anhang S. 199) war ähnlich, aber nicht so deutlich wie bei *Freesia laxa*, geprägt durch den Wachstumsschub der Pflanzen nach dem Umzug in die neuen Gewächshäuser bzw. bei abnehmender Tageslänge und Lichtintensitäten. Zunächst wuchsen sie bis zu einer Höhe von rund 32 - 34 cm, bei der letzten Bonitur waren sie dann ca. 44 cm hoch. Die Entwicklung der wöchentlich gedüngten Pflanzen verlief ähnlich der der restlichen Pflanzen im Versuch. Bei der statistischen Auswertung der Boniturdaten des letzten Boniturtermins ergab der Kruskal-Wallis-Test ( $P = 0,1578$ ) keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den beiden Varianten.

##### **ii. Merkmal Triebanzahl:**

Dieses Merkmals wurde weniger stark vom Standortwechsel der Pflanzen beeinflusst, als das Merkmal Höhe (vgl. Tab. A 11 im Anhang S. 200). Obwohl die wöchentlich gedüngten Pflanzen am Ende des Versuchs rund 1,5 Triebe mehr aufwiesen als die restlichen Pflanzen, ergab der t-Test der Boniturdaten der Kalenderwoche 3 mit  $P = 0,0812$  keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Varianten.

##### **iii. Merkmal Blüte:**

Die mikroskopische Untersuchung des Apikalmeristems konnte erst in Kalenderwoche 52, d. h. 27 Wochen nach der Pflanzung, Infloreszenzprimordien feststellen (zu den Stadien der Infloreszenzinduktion bei *T. securigera* siehe Abb. A 10 bis 13 ab S. 226 im Anhang). Bis zum Versuchsende blühte allerdings keine Pflanze beider Varianten.

#### 5.6.1.2. Frühjahrssatz

##### **i. Merkmal Höhe:**

Die Höhenentwicklung der im Frühjahrssatz realisierten Varianten von *Tritonia securigera* (vgl. Tab. A 29 im Anhang S. 218) ist in Abb. 47 dargestellt. Variante 3 war von Anfang an bis zum Versuchsende eine der kompakter bleibenden Varianten. Varianten 1 und 4 wiesen die höchsten Pflanzen auf.



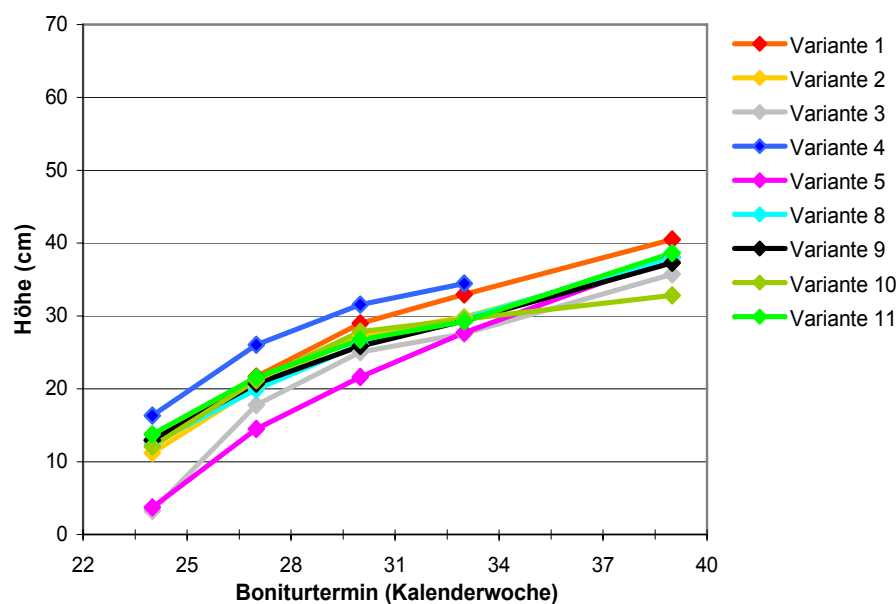


Abb. 47: Entwicklung der mittleren Pflanzenhöhe der Varianten von *Tritonia securigera* während des Frühjahrssatzes

Bei der weiterführenden Auswertung der Daten des letzten Boniturtermins ergab der F-Test mit  $P = 0,00$ , dass signifikante Unterschiede in der Merkmalsausprägung zwischen den Varianten bestanden. Diese wurden im Tukey-Test untersucht (Tab. 23).

Tab. 23: Arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Höhe von *Tritonia securigera* der Kalenderwoche 39 (Frühjahrssatz):

Variante	Arithmetische Mittel der Höhe(cm)	Homogene Untergruppen
Variante 10	32,83	a
Variante 3	35,71	b
Variante 9	37,32	bc
Variante 2	37,52	bc
Variante 8	38,02	bcd
Variante 5	38,07	bcd
Variante 11	38,67	cd
Variante 1	40,47	d

Die arithmetischen Mittel, die bei den homogenen Untergruppen die gleichen Buchstaben aufweisen, unterschieden sich nicht signifikant im Tukey-Test mit  $\alpha = 5\%$ .

Die gebildeten homogenen Untergruppen zeigen, dass sich in Kalenderwoche 39 die Pflanzenhöhe von Variante 10 signifikant von der aller anderen Varianten unterschied. Die Varianten 2, 3 und 9 blieben dabei signifikant kompakter als die Variante 1. Der

statistische Vergleich der Daten der 4. Bonitur zwischen Variante 1 und 4 (letzte Variante wurde vorzeitig aus dem Versuch genommen) ergab beim t-Test ( $P = 0,0363$ ), dass die Pflanzen der Variante 1 signifikant niedriger waren als die der Variante 4.

Ähnlich wie bei *Tritonia deusta*, begann das Auftreten von braunen Blattspitzen an den Pflanzen von *Tritonia securigera* bei Variante 8, 9 und 11 bereits in Kalenderwoche 24. Insgesamt traten die braunen Blattspitzen aber in wesentlich geringerem Umfang auf als bei *Tritonia deusta*. Bis Versuchsende waren die Varianten 8, 9 und 11 am stärksten betroffen, obwohl auch die Pflanzen der anderen Varianten dieses Symptom aufwiesen.

## ii. Merkmal Triebanzahl:

Die Entwicklung der Triebanzahl im Verlauf des Frühjahrssatzes (vgl. Tab. A 30 im Anhang S. 219) ist in Abb. 48 dargestellt. Eine deutliche Staffelung der mittleren Anzahl von Trieben war bei der letzten Bonitur in Kalenderwoche 39 festzustellen. Variante 5 fiel durchweg mit der geringsten Triebanzahl auf.

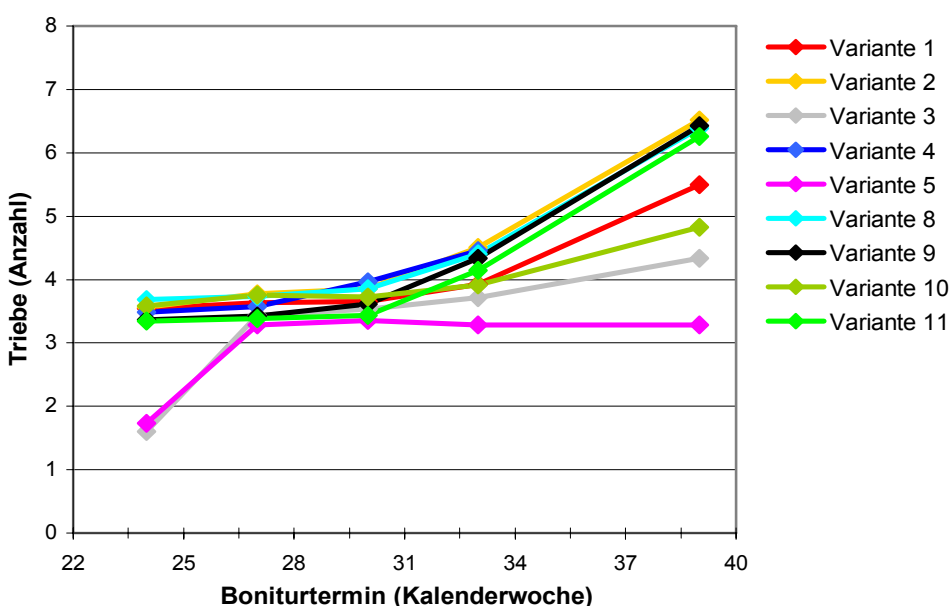


Abb. 48: Entwicklung der mittleren Triebanzahl der Varianten von *Tritonia securigera* während des Frühjahrssatzes

Bei der weiterführenden Auswertung der Daten der letzten Bonitur ergab der Kruskal-Wallis-Test mit  $P = 0,00$  signifikante Unterschiede zwischen den Varianten. Die Ergebnisse des angeschlossenen Tests von Nemenyi werden in Tab. 24 zusammengefasst. Die höchste Triebanzahl in Kalenderwoche 39 hatten Variante 2, 8, 9 und 11 und unterschieden sich signifikant von allen restlichen Varianten außer von Variante 1.

Tab. 24: Mediane, arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Triebanzahl von *Tritonia securigera* der Kalenderwoche 39 (Frühjahrssatz):

Variante	Mediane	Homogene Untergruppen	Arithmetische Mittel der Triebanzahl
Variante 5	3,00	a	3,29
Variante 3	4,00	ab	4,33
Variante 10	5,00	ab	4,83
Variante 1	6,00	bc	5,50
Variante 11	6,00	c	6,26
Variante 9	6,00	c	6,43
Variante 8	6,00	c	6,39
Variante 2	7,00	c	6,52

Bei den Medianen, die bei den homogenen Untergruppen gleiche Buchstaben aufweisen, unterschieden sich die entsprechenden Rangmittel nicht signifikant im Test von Nemenyi ( $\alpha = 5\%$ ).

Darüber hinaus wurde auch für das Merkmal Triebanzahl ein Vergleich der Daten der Varianten 1 und 4 von Kalenderwoche 33 durchgeführt. Dieser ergab im Kruskal-Wallis-Test ( $P = 0,0001$ ), dass die Triebanzahl von Variante 1 (im Mittel 3,92) signifikant kleiner war, als die von Variante 4 (im Mittel 4,45).

### iii. Merkmal Blüte:

Bereits in Kalenderwoche 26, d. h. sieben Wochen nach der Pflanzung, konnte bei Variante 5 bei der mikroskopischen Untersuchung des Apex eine erfolgte Infloreszenzinduktion festgestellt werden. Darüber hinaus zeigte keine andere Variante im Versuchsverlauf eine erkennbare Infloreszenzinduktion.

In Kalenderwoche 39 waren alle Pflanzen von Variante 5 in der Klimakammer generativ. Sie wurden nach der Bonitur in die Kabine des Gewächshauses geräumt und ihre Blütentriebe in Kalenderwoche 42 abschließend bonitiert. Die Pflanzen wiesen durchschnittlich 2,50 Blütentriebe mit je 7,51 Blütenanlagen auf.

#### 5.6.1.3. Spätsommersatz

### i. Merkmal Höhe:

Die Entwicklung der Pflanzenhöhe der Varianten des Spätsommersatzes (vgl. Tab. A 31 im Anhang S. 220) zeigt Abb. 49. Variante 4 und 7 wiesen die höchsten Pflanzen ab Kalenderwoche 51 auf und Variante 3 und 6 zum Versuchsende hin die kompaktesten.

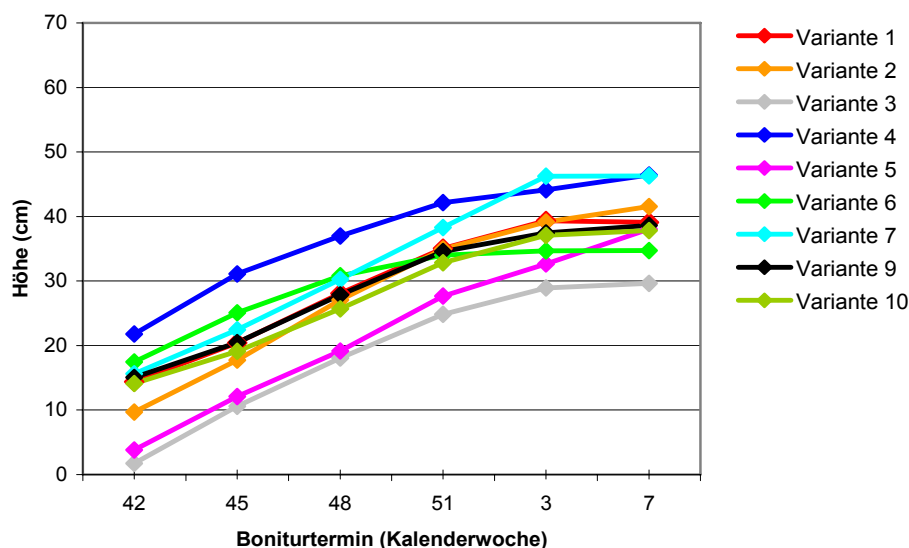


Abb. 49: Entwicklung der mittleren Pflanzenhöhe der Varianten von *Tritonia securigera* während des Spätsommersatzes

Bei der weiterführenden Auswertung der Daten der letzten Bonitur zeigte der F-Test mit  $P = 0,00$  signifikante Unterschiede zwischen den Varianten auf. Mit Hilfe des angeschlossenen Tukey-Tests konnten folgende homogenen Untergruppen gebildet werden:

Tab. 25: Arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Höhe von *Tritonia securigera* der Kalenderwoche 7 (Spätsommersatz):

Variante	Arithmetische Mittel der Höhe (cm)	Homogene Untergruppen
Variante 3	29,62	a
Variante 6	34,70	b
Variante 10	37,82	bc
Variante 5	38,08	bcd
Variante 9	38,61	cd
Variante 1	39,11	cd
Variante 2	41,55	d
Variante 7	46,29	e
Variante 4	46,45	e

Die arithmetischen Mittel, die bei den homogenen Untergruppen die gleichen Buchstaben aufweisen, unterschieden sich nicht signifikant im Tukey-Test mit  $\alpha = 5\%$ .

Die in Abb. 49 festgestellten Tendenzen bestätigen sich in Tab. 25. Variante 3 sowie die Varianten 4 und 7 unterschieden sich jeweils signifikant von allen anderen Varianten im Versuch hinsichtlich ihrer Pflanzenhöhe. Die Pflanzen von Variante 3 schienen im Versuchsverlauf in ihrer Entwicklung insgesamt gehemmt. Die Varianten 1, 2, 5, 6, 9

und 10 waren untereinander mit drei weiteren homogenen Untergruppen verbunden, wobei nur Variante 5 in allen drei homogenen Untergruppen vertreten war.

Ähnlich wie beim Frühjahrssatz, kam es auch beim Spätsommersatz zum Auftreten brauner Blattspitzen. Diese waren jedoch deutlich geringer ausgeprägt, als bei den beiden anderen Pflanzsätzen. Im Vergleich der Varianten traten sie im Spätsommersatz nicht bei den Varianten 5 und 7 auf, sondern nur bei den restlichen Varianten und hier auch nur in geringem Umfang. Darüber hinaus erwiesen sich die Pflanzen von Variante 7 im Laufe des Versuchs als wesentlich standfester als die anderen Varianten. Die Pflanzen von Variante 4 begannen gegen Versuchsende teilweise zu vergilben und abzutrocknen. Ein Überblick über die Pflanzen kurz nach der letzten Bonitur soll Abb. 50 geben:



Abb. 50: *Tritonia securigera* zum Versuchsende 2007 (Foto EHRICH, 19.02.07)

#### **ii. Merkmal Triebanzahl:**

Auch bei der durchschnittlichen Triebanzahl wiesen die Varianten 3 und 6 ab Kalenderwoche 45 die niedrigsten Werte auf. Alle anderen Varianten (vgl. auch Tab. A 32 im Anhang S. 221) verhielten sich vom genannten Zeitpunkt ab recht ähnlich und wiesen im Mittel rund 4 Triebe auf (Abb. 51).

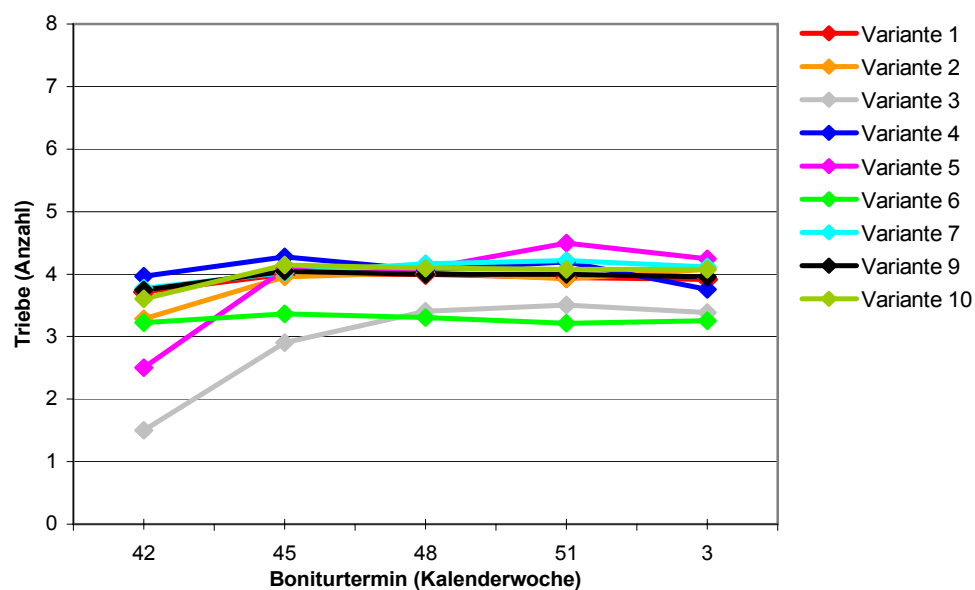


Abb. 51: Entwicklung der mittleren Triebanzahl der Varianten von *Tritonia securigera* während des Spätsommersatzes

Bei der weiterführenden Untersuchung der Daten der letzten Bonitur wies der Kruskal-Wallis-Test ( $P = 0,00$ ) auf signifikante Unterschiede zwischen den Varianten hin. Da der angeschlossene Test von Nemenyi keine klaren Ergebnisse lieferte, erfolgten paarweise Vergleiche (Mann-Whitney-Test). Tab. 26 lässt erkennen, dass die Triebanzahl von Variante 6 signifikant niedriger als die der übrigen Varianten außer Variante 3 war.

Tab. 26: Arithmetische Mittel und gebildete homogene Untergruppen der Boniturdaten der Triebanzahl von *Tritonia securigera* der Kalenderwoche 3 (Spätsommersatz):

Variante	Arithmetische Mittel der Triebanzahl	Homogene Untergruppen
Variante 6	3,26	a
Variante 3	3,38	ab
Variante 4	3,76	bc
Variante 1	3,91	bc
Variante 9	3,95	c
Variante 2	4,08	c
Variante 10	4,08	c
Variante 7	4,11	c
Variante 5	4,25	c

Die arithmetischen Mittel, die bei den homogenen Untergruppen die gleichen Buchstaben aufweisen, unterschieden sich nicht signifikant im paarweisen Mann-Whitney-Test mit  $\alpha = 5\%$ . Da die Rangmittel der einzelnen Varianten in jedem der durchgeführten paarweisen Vergleiche verschieden sind, wurden die Mediane hier nicht mit dargestellt.

### iii. Merkmal Blüte:

Bei der mikroskopischen Untersuchung des Apex konnte in Kalenderwoche 46, d. h. neun Wochen nach der Pflanzung bei den Varianten 5 und 6 eine erfolgte Infloreszenz-induktion festgestellt werden. Bei Variante 7 war dies in Kalenderwoche 49 (d. h. 12 Wochen nach Pflanzung), bei Varianten 1, 9 und 10 in Kalenderwoche 52 (d. h. 15 Wochen nach Pflanzung) und bei Variante 3 in Kalenderwoche 2 (d. h. 14 Wochen nach Pflanzung) der Fall. Sie konnte bei den Varianten 2 und 4 während des Versuchszeitraums überhaupt nicht festgestellt werden.

Der prozentuale Anteil generativer Pflanzen in den Beständen der jeweiligen Varianten während des Spätsommersatzes (vgl. Tab. A 33 im Anhang S. 222) ist in Abb. 52 dargestellt. Überzeugen konnten hier nur die Varianten 5 und 7. Alle anderen Varianten waren nicht generativ, mit Ausnahme von Variante 1, von der bei der letzten Bonitur in Kalenderwoche 7 eine einzige Pflanze einen Blütentrieb aufwies.

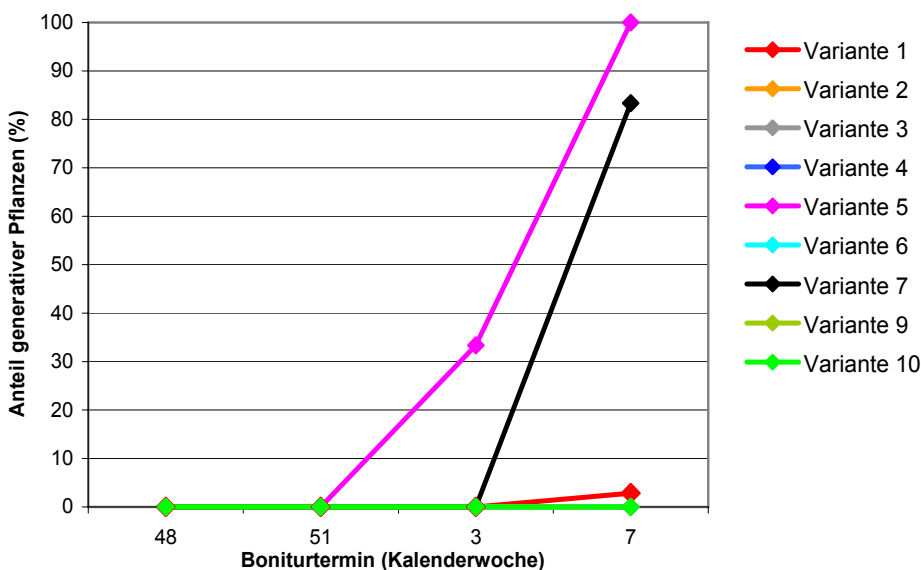


Abb. 52: Entwicklung des Anteils generativer Pflanzen der Varianten von *Tritonia securigera* während des Spätsommersatzes

Beim statistischen Vergleich der Daten der letzten Bonitur mit dem Kruskal-Wallis-Test ergab sich sowohl für die Anzahl von Blütentrieben pro Pflanze ( $P = 0,0337$ ), als auch für die Blütenanlagenanzahl pro Blütentrieb ( $P = 0,00$ ), dass sich die Varianten 5 und 7 signifikant unterschieden. Zwar wies Variante 5 eine signifikant höhere Anzahl an Blütentrieben pro Pflanze auf (im Mittel 2,25 gegenüber 1,77), doch legte Variante 7 signifikant mehr Blütenanlagen pro Blütentrieb an (durchschnittlich 9,50 gegenüber 7,05).

### 5.6.2. Diskussion der Ergebnisse zu *Tritonia securigera*

#### 5.6.2.1. Merkmal Höhe

Beim Vergleich der mittleren Pflanzenhöhe der drei realisierten Sätze ließen sich 13 - 14 Wochen nach der Pflanzung folgende Werte anführen:

- o Anfangssatz: 33,44 cm
- o Frühjahrssatz: 27,57 - 34,45 cm (je nach Variante)
- o Spätsommersatz: 24,84 - 42,16 cm (je nach Variante)

An Hand der präsentierten Daten lässt sich -wie auch bei *Tritonia deusta*- erkennen, dass eine Kultivierung während der warmen, lichtreichen Sommermonate die Pflanzenhöhe dieser Art im Vergleich zu einer kühlen Temperaturführung während der Wintermonate reduzierte. Dabei schien das Merkmal recht gleichmäßig ausgeprägt zu sein, denn die Pflanzen der Variante 5 in der Klimakammer waren in beiden Sätzen praktisch gleich groß (27,71 cm und 27,67 cm) und die Variationskoeffizienten zum Ende beider Sätze verhältnismäßig gering (vgl. Tab. A 29 und 31 im Anhang S. 218 und 220). Unerklärlich scheint in diesem Zusammenhang, warum Variante 10 während des Frühjahrssatzes signifikant kleinere Pflanzen hervorbrachte, als alle anderen Varianten. Während des Spätsommersatzes war ihre Pflanzenhöhe dann zwar immer noch etwas geringer als die der Kontrolle, unterschied sich von ihr aber nicht mehr signifikant.

Die niedrigsten Pflanzen des Frühjahrssatzes und Spätsommersatzes brachte Variante 3 hervor. In beiden Pflanzsätzen waren zum statistisch untersuchten Boniturtermin ihre Pflanzen hinsichtlich der Pflanzenhöhe signifikant niedriger als die der Kontrolle. Dies entspricht dem Verhalten von *Tritonia deusta* und dem der von BERHOEF und ZEVENBERGEN (1990) untersuchten Freesien. Im Spätsommersatz fielen die Pflanzen dieser Variante -wie auch bei der verwandten Art- durch einen schwachen Wuchs auf.

Die Kühlagerung der Knollen vor der Pflanzung konnte nur während des Frühjahrssatzes die Pflanzenhöhe von *Tritonia securigera* signifikant reduzieren, wie es auch durch WULSTER et al. (1991) bei Freesien festgestellt wurde. Im Spätsommersatz waren die Pflanzen dieser Variante etwas, wenn auch nicht signifikant, höher als die der Kontrolle.

Die CCC-Behandlung der Pflanzen der Variante 8 wirkte sich statistisch nicht signifikant wachstumshemmend aus, und auch die CCC-Behandlung der Variante 9 hemmte



nur während des Frühjahrssatzes signifikant die Höhe der Pflanzen im Vergleich zur Kontrolle. Während der Spätsommersatzes trat diese Wirkung nicht auf, die Pflanzen von Variante 9 waren im Mittel nur geringfügig kleiner als die der Kontrolle.

Die Pflanzenhöhe der bereits angesprochenen Variante 5 unterschied sich in beiden Sätzen der Versuche 2006 nicht signifikant von der Kontrolle. Das ist hervorzuheben, da die Pflanzen dieser Variante zum Datum des statistischen Vergleichs bereits Blütentriebe aufwiesen, aber nicht die der Kontrolle und aller anderen Varianten mit Ausnahme von Variante 7. Da die Blütentriebe über den Pflanzen stehen und in die Höhenmessung eingehen, kann davon ausgegangen werden, dass die Pflanzen von Variante 5 im Hinblick auf die Länge ihrer Blätter wesentlich kompakter wuchsen, als die anderen Varianten.

Interessant ist in diesem Zusammenhang wieder der Vergleich der Varianten 5 und 7 des Spätsommersatzes. Die zusatzbelichteten Pflanzen waren zum untersuchten Boniturtermin signifikant höher als die der Variante 5. Dabei wiesen beide Varianten über 80 % generative Pflanzen, also Pflanzen mit Blütentrieben, in ihrem Bestand auf. Dies lässt den Schluss zu, dass, wie bei *Sparaxis*-Hybriden und *Tritonia deusta*, die Pflanzenhöhe dieser Art bei hohen verfügbaren Lichtmengen und warmer Kulturführung reduziert und bei kühler Kulturführung gefördert wird. Da die Pflanzen der Variante 7 einen sehr viel besseren und stabileren Wuchs aufwiesen, kann eine Kulturführung bei 17 °C tags und 13 °C nachts mit einer Zusatzbelichtung von 400 W h<sup>-1</sup> einer Kultur bei konstant 13 °C mit einer Zusatzbelichtung von 250 W h<sup>-1</sup> vorgezogen werden.

Die Pflanzen der Variante 4 waren in beiden Pflanzsätzen zum statistisch untersuchten Termin signifikant größer als die der Kontrolle. Während des Spätsommersatzes wiesen sie im Mittel sogar die höchsten Pflanzen auf, obwohl sie nicht, wie Variante 7, bereits Blütentriebe aufwiesen. Daraus kann geschlossen werden, dass eine konstant warme Kulturführung (immer > 20 °C) das Höhenwachstum förderte.

Die Knollen, die einer Langzeitlagerung bei 2 °C unterzogen wurden, verpuppten sich zwar nicht, dennoch entwickelten sie später ein schwaches und unbefriedigendes Wachstum. Das äußerte sich in einem signifikant niedrigerem Wuchs als dem der Kontrolle und der Variante 1, 2, 4, 7 und 9. Zwischen den Pflanzen der zwei Düngeregime des Anfangssatzes bzw. den Pflanzen von Variante 11 und den Pflanzen der Kontrolle konnte kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Pflanzenhöhe festgestellt werden.

Ähnlich wie bei *Tritonia deusta* kam es vor allem an den Pflanzen von Variante 8, 9 und 11 zum Auftreten von braunen Blattspitzen während des Frühjahrssatzes. Während des Spätsommersatzes traten diese -wahrscheinlich durch die kühlere Kulturführung bedingt- auch bei Variante 9 kaum mehr auf und bei den Pflanzen der Variante 7 gar nicht.

#### 5.6.2.2. Merkmal Triebanzahl

Beim Vergleich der durchschnittlichen Triebanzahl der drei realisierten Sätze ließen sich 13 - 14 Wochen nach der Pflanzung folgende Mittelwerte feststellen:

- o Anfangssatz: 5,65
- o Frühjahrssatz: 3,29 - 4,51 (je nach Variante)
- o Spätsommersatz: 3,21 - 4,50 (je nach Variante)

An den hier angeführten Werten fällt auf, dass sich das Merkmal Triebanzahl recht einheitlich verhielt, lediglich der verhältnismäßig hohe Wert des Anfangssatzes fiel aus dem Rahmen. Aber auch im Frühjahrssatz stiegen 20 Wochen nach der Pflanzung die mittleren Triebanzahlen der einzelnen Varianten auf ähnliche Werte. Beim Vergleich der Daten von Variante 5 beider Pflanzsätze der Versuche 2006 fiel allerdings eine beträchtliche Variabilität dieses Merkmals auf. Bei den betreffenden Pflanzen wurde -trotz der identischen Kulturführung in der Klimakammer- im genannten Zeitraum des Frühjahrssatzes im Mittel 3,29 Triebe/Pflanze (der geringste Wert aller Varianten) und des Spätsommersatzes 4,50 Triebe/Pflanze (der höchste Wert aller Varianten) festgestellt. Das legt die Vermutung nahe, dass dieses Merkmal in einem hohen Grad von der Knollengröße abhing und somit zufällig innerhalb der Varianten auftrat.

Nicht verwunderlich ist somit, dass von den weiterführenden statistischen Untersuchungen nicht viele eindeutige Aussagen abgeleitet werden konnten. Signifikant senkend auf die Triebanzahl im Vergleich zur Kontrolle wirkte sich in beiden Sätzen der Versuche 2006 nur die verlängerte 13 °C-Aktivierung der Knollen vor der Pflanzung aus. Auch erhöhte eine CCC-Behandlung und die Kühl Lagerung der Knollen vor der Pflanzung in beiden Sätzen -allerdings nur tendenziell- die Triebanzahl im Vergleich zur Kontrolle.

#### 5.6.2.3. Merkmal Blüte

Der Vergleich des Zeitbedarfs von der Pflanzung bis zur mikroskopisch festgestellten Infloreszenzinduktion bzw. bis zum Auftreten erster blühender Pflanzen im Bestand des

Anfangssatzes und der Kontrollen der zwei Pflanzsätze der Versuche 2006 ergab:

- o Anfangssatz: 27 Wochen/keine in 36 Wochen
- o Frühjahrssatz: keine in 23 Wochen/keine in 23 Wochen
- o Spätsommersatz: 15 Wochen/22 Wochen

Die angeführten Zeiträume zeigen, wie stark temperaturabhängig die Infloreszenzinduktion bei dieser Art im Vergleich zu allen bisher beschriebenen Arten/Hybriden war. Sie erfolgte nur, wenn die Kulturführung entsprechend kühl war. Das war während des Anfangssatzes erst acht Wochen nach dem Umräumen in die besser temperaturgesteuerten neuen Gewächshausanlagen bei gleichzeitig sinkenden Außentemperaturen möglich. Für diese These spricht auch, dass während des Frühjahrssatzes mikroskopisch lediglich eine erfolgreiche Infloreszenzinduktion bei den Pflanzen von Variante 5 festgestellt wurde. Dagegen wurde im Spätsommersatz bei allen Varianten außer bei den Varianten 2 und 4 eine erfolgreiche Infloreszenzinduktion festgestellt.

Darüber hinaus lassen die Daten erkennen, dass diese Art nur dann zur Blüte kam, d. h. kein Blütenabort stattfand oder der Blühbeginn stark verzögert wurde, wenn ausreichend helle Kulturbedingungen gegeben waren. Denn der angegebene Blühbeginn nach 22 Wochen im Spätsommersatz betraf nur eine einzige Pflanze im Bestand der Kontrolle, die zu dieser Zeit ihren Blütentrieb aus den Blättern schob. Bei keiner anderen Variante außer Variante 5 und 7 (beide mit Zusatzlicht) wurden bei der letzten Bonitur generative Pflanzen im Bestand festgestellt, obwohl bei allen Varianten des Spätsommersatzes mit Ausnahme der Varianten 2 und 4 mikroskopisch eine Infloreszenzinduktion festgestellt worden war. Es scheint also, dass sich neben einer warmen Kulturführung auch die Kühllagerung der Knollen vor der Pflanzung negativ bzw. verzögernd auf die Infloreszenzinduktion auswirkte. Dass bei den Pflanzen von Variante 4 sowohl im Frühjahrs- als auch im Spätsommersatz der Versuche 2006 mikroskopisch keine Infloreszenzinduktion festgestellt werden konnte, spricht dafür, dass bei dieser Art keine Tageslängenreaktion bestand. Das hätte auf Grund der im Frühjahrssatz unter natürlichen Langtagsbedingungen überhaupt nicht erfolgten Infloreszenzinduktion bei allen Varianten außer Variante 5 vermutet werden können.

Die Infloreszenzinduktion von Variante 5 war in beiden Sätzen der Versuche 2006 sieben bis neun Wochen nach der Pflanzung vollzogen. Bei Variante 7 wurde sie 12 Wochen nach der Pflanzung festgestellt. Dies könnte darauf hinweisen, dass die kältere

Kulturführung von Variante 5 im Vergleich zu Variante 7 trotz ihrer stärkeren Zusatzbelichtung die Infloreszenzinduktion im Apex verfrühte. Von Variante 6 wurde sie ebenfalls früh, nämlich neun Wochen nach der Pflanzung festgestellt. Dieses Verhalten weist Ähnlichkeiten mit den Beobachtungen bei *Tritonia deusta* auf. Ausgenommen der bereits erwähnten Variante 2, 4 und 6 wurde bei den unter natürlichem Schwachlicht wachsenden restlichen Varianten eine Induktion erst nach 14 - 15 Wochen festgestellt.

Ähnlich wie bei *Tritonia deusta* wiesen die Pflanzen von Variante 5 zum letzten Boniturtermin einen etwas höheren Prozentsatz blühender Pflanzen auf (100 %), als die von Variante 7 (83,33 %). Dabei bildeten die Pflanzen von Variante 5 auch signifikant mehr Blütentriebe pro generativer Pflanze aus, als Variante 7. Doch die bessere äußere Qualität der Pflanzen und die signifikant höhere Anzahl von Blütenanlagen pro Blütentrieb der Variante 7 im Vergleich zu Variante 5 spricht dafür, dass bei einer gärtnerischen Anzucht die Kulturführung von Variante 7 der von Variante 5 vorgezogen werden sollte.

### **5.6.3. Fazit und Zusammenfassung zu *Tritonia securigera***

Nachfolgend werden die in den Versuchen 2005 und 2006 gewonnenen Ergebnisse von *Tritonia securigera* abschließend zusammengefasst:

- o Das Höhenwachstum wurde bei hohen Lichtintensitäten durch hohe Temperaturen gebremst und durch niedrige gefördert. Unter Schwachlichtbedingungen förderten jedoch hohe Temperaturen die Pflanzenhöhe, niedrige reduzierten sie.
- o Eine warme Kulturführung ( $> 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  oder während der heißen Sommermonate) verhinderte die Infloreszenzinduktion. Bei einer kühlen Kulturführung (konstant  $13\text{ }^{\circ}\text{C}$  oder tags  $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ /nachts  $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) war diese nach sieben bis 12 Wochen bei Zusatzbelichtung und nach 15 Wochen unter Schwachlichtbedingungen vollzogen.
- o Erfolgte die kühle Kulturführung unter Schwachlichtbedingungen, stellte sich die Infloreszenzinduktion zwar im Apikalmeristem ein, doch kam es im Anschluss zum Blütenabort bzw. zur Verzögerung der Anthese.
- o An Hand der gewonnenen Ergebnisse ist keine Tageslängenreaktion zu vermuten, allerdings wurde der Effekt einer kühlen Kultur unter Langtagsbedingungen nicht in den Versuchen untersucht.
- o Eine kühle Kultur bei konstant  $13\text{ }^{\circ}\text{C}$  und einer Belichtung mit  $250\text{ W h}^{-1}$  über 12 h täglich führte zu kompakten Pflanzen, die zu 100 % blühen und eine hohe

Zahl von Blütentrieben pro Pflanze aufweisen. Nicht überzeugend war jedoch die äußere Qualität ihres Blattwerks.

- o Eine kühle Kultur bei tags 17 °C und nachts 13 °C mit einer Zusatzbelichtung von 400 W h<sup>-1</sup> für 12 h täglich brachte qualitativ die besten Pflanzen mit einer hohen Anzahl an Blütenanlagen pro Blütentrieb hervor. Die Kultur dauerte jedoch vom Pflanzzeitpunkt bis zum Blühbeginn fünf Monate.
- o Das Auftreten brauner Blattspitzen konnte durch eine ausreichend kühle Kulturführung bei ausreichend hohen Lichtintensitäten verhindert werden.
- o Die durchgeführten CCC-Behandlungen reduzierten tendenziell das Längenwachstum, erhöhten tendenziell die Triebanzahl, hatten aber keinen Effekt auf die Infloreszenzinduktion oder die Ausbildung der Infloreszenz. Nachteilig war, dass die CCC-Behandlungen während der warmen Sommermonate mit einem frühen Auftreten brauner Blattspitzen an den Pflanzen einhergingen.
- o Das Düngeregime hatte keinen Einfluss auf die Ausprägung der Merkmale. Die Anwendung eines Langzeitdüngers bewirkte während der warmen Sommermonate das frühe Auftreten brauner Blattspitzen an den Pflanzen.
- o Die Triebanzahl schien vom Pflanzzeitpunkt und den dabei gegebenen Kulturbedingungen unabhängig zu sein. Sie schien, wie bei den anderen Arten/Hybriden, eher von der variierenden Knollengröße des Ausgangsmaterials abzuhängen.
- o Eine negative Wirkung des dem Substrat beigesetzten Perlites auf Wachstum und Entwicklung der Pflanzen konnte im Vergleich der Ergebnisse der untersuchten Merkmale mit denen der Variante 10 nicht festgestellt werden.

Durch spezielle Temperaturbehandlungen im Lager vor der Pflanzung konnten folgende Ergebnisse erzielt werden:

- o Eine Kühlagerung der Knollen bei 5 °C vor der Pflanzung führte zu einer signifikanten Reduzierung der Pflanzenhöhe bei warmer Kulturführung und erhöhte tendenziell die Triebanzahl.
- o Durch eine verlängerte 13 °C-Aktivierung der Knollen vor der Pflanzung konnte eine signifikante Reduzierung der Pflanzenhöhe erreicht werden, jedoch wiesen die Pflanzen ein insgesamt zu schwaches Wachstum auf.
- o Zwar verfrühte die Langzeitlagerung der Knollen bei 2 °C nach erfolgter Präparation die Infloreszenzinduktion um mehrere Wochen, doch wiesen die Pflanzen ebenfalls einen zu schwachen Wuchs auf.

Obwohl die Knollen für den Spätsommersatz insgesamt vier Monate länger als die des Frühjahrssatzes gelagert wurden, war die vegetative und generative Leistung der Pflanzen gleich oder sogar besser. Da zudem der Export aus Südafrika komplikationslos verlief, kann die Eignung von *Tritonia securigera* für den Export und eine Langzeitlagerung festgestellt werden. Bei der Langzeitlagerung müssen allerdings höhere Ausfallraten der Knollen in Kauf genommen werden. Eine Terminisierung zur Vorweihnachtszeit wurde im Spätsommersatz nicht erreicht, da die Pflanzen (der Variante 7) erst nach fünfmonatiger Kultur zu blühen begannen. Dies sollte durch einen etwas früheren Pflanztermin möglich sein, doch spielen bei *Tritonia securigera* kühle Temperaturen zur Sicherung der Infloreszenzinduktion eine viel entscheidendere Rolle, als bei allen anderen untersuchten Arten/Hybriden. Für einen früheren Topftermin und eine Terminisierung für die Vorweihnachtszeit müssten demnach parallel Maßnahmen zur Temperatursteuerung im Gewächshaus getroffen werden, um die Infloreszenzinduktion der Pflanzen zu sichern. In diesem Zusammenhang wurde bei dieser Art eine nicht-qualitative Tageslängenreaktion festgestellt.

In den erstmalig an dieser Art durchgeführten Versuchen wurden ansprechende Qualitäten für die Verwendung als Topfpflanze nur durch die oben beschriebene kühle Kultur mit Zusatzlicht während der Wintermonate erreicht. Hierbei wäre eine Wachstumsregulierung der Pflanzen notwendig, denn die Pflanzen von Variante 7 wiesen gegen Versuchsende eine Höhe von ca. 45 cm (inklusive Blüentrieb) auf.

Neu wurde auch für diese Art festgestellt, dass eine warme Kulturführung und/oder der Verzicht auf Zusatzlicht während der Herbst- und Wintermonate zum Blütenabort und zu nicht verkaufsfähiger Ware führt und deshalb vermieden werden sollte. Eine CCC-Behandlung der Pflanzen dieser Art zeigte erstmalig, dass diese tendenziell die Pflanzenhöhe senkt und die Triebanzahl erhöht, wobei kein Effekt auf die Blüte der Pflanzen festgestellt werden konnte. Ebenfalls soll von einer Kühllagerung der Knollen bei 2 °C zur Senkung der Masseverluste der Knollen abgeraten werden, da dies -wie auch eine verlängerte Aktivierung der Knollen bei 13 °C- in Folge zu einem unerwünscht schwachen Wuchs der Pflanzen führte. Eine Kühllagerung der Knollen bei 5 °C für vier Wochen vor der Pflanzung senkte zwar signifikant die Pflanzenhöhe, doch nur bei warmer Kultur, die für die Anzucht ohnehin vermieden werden sollte.

### 5.7. Stadien der Infloreszenzinitiation bei den Versuchen 2005 und 2006

Im folgenden Unterabschnitt werden die unter 3.3. beschriebenen Stadien der Initiation von Infloreszenzen bei *Freesia laxa* an Hand der während der Versuche 2005 und 2006 erfolgten mikroskopischen Untersuchungen des Apex exemplarisch beschrieben und illustriert. Bei den weiteren untersuchten Arten/Hybriden waren die morphologischen Veränderungen des Apikalmeristems vergleichbar und können -nach Arten bzw. Hybriden getrennt- im Anhang in Abschnitt 8. ab S. 223 eingesehen werden.

In Stadium I ist das Apikalmeristem vegetativ (siehe Pfeil in Abb. 53). Die Laubblattprimordien werden in zwei alternierenden Reihen angelegt.

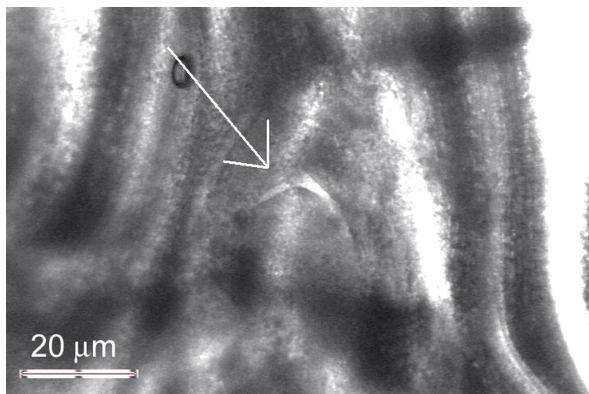


Abb. 53: Stadium I bei *Freesia laxa* (Foto EHRICH, 10.11.05)

In Stadium II ist die generative Umstimmung erfolgt. Der Apex wölbt sich und wird runder (siehe Pfeil in Abb. 54).

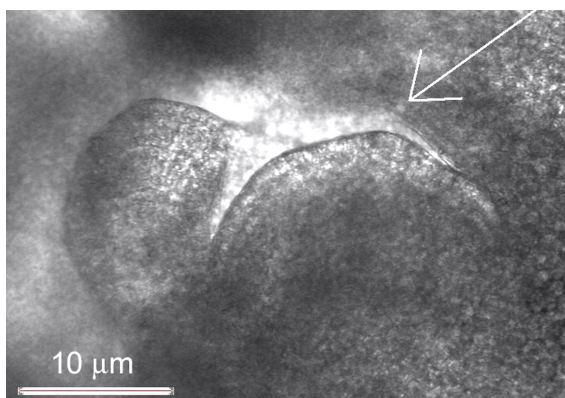


Abb. 54: Stadium II bei *Freesia laxa* (Foto EHRICH, 14.10.05)

Im Stadium Pr bis Br wird gegenüber dem letzten Laubblatt ein Primordium für das äußere Tragblatt angelegt (siehe Pfeil Abb. 55). In seiner Achsel entsteht kurz darauf ein weiteres Primordium (siehe Pfeil Abb. 56).

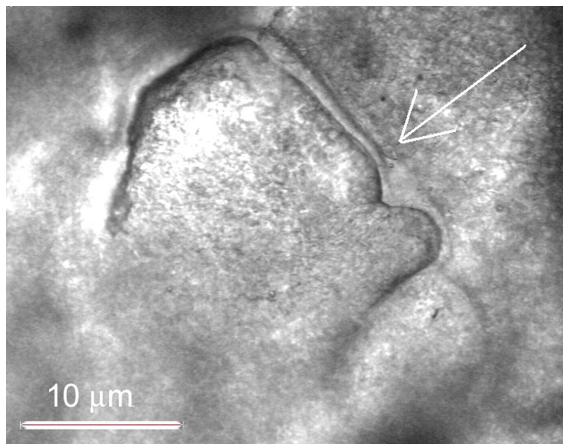


Abb. 55: Stadium Pr/Br bei *Freesia laxa* – Beginn (Foto EHRICH, 10.11.05)

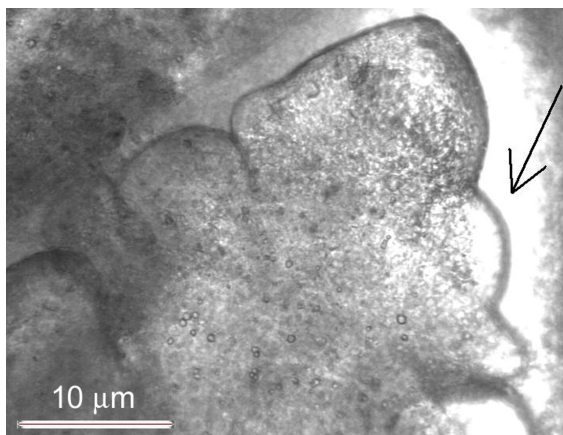


Abb. 56: Stadium Pr/Br bei *Freesia laxa* – fortgeschritten (Foto EHRICH, 10.11.05)

Beim Erreichen des Stadiums Bo wird das innere Tragblatt gegenüber dem äußeren angelegt. Das Meristem in der Achsel der Tragblätter hat ein kugelförmiges Aussehen, das Endmeristem ist kegelförmiges (siehe Pfeil Abb. 57).

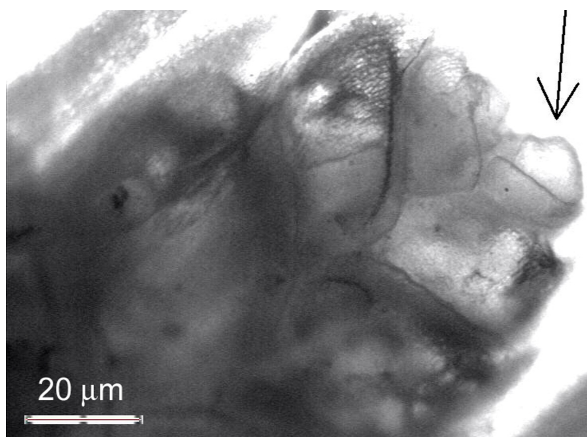


Abb. 57: Stadium Bo bei *Freesia laxa* (Foto EHRICH, 12.01.06)



Im Stadium A erfolgt die Anlage der drei Staubblätter. Während des Stadiums P<sub>1</sub> und P<sub>2</sub> werden die jeweils drei Blütenblätter des inneren und äußeren Perianths angelegt. Diese Dreizähligkeit der Blütenprimordien ist zu erkennen (siehe Pfeil Abb. 58).

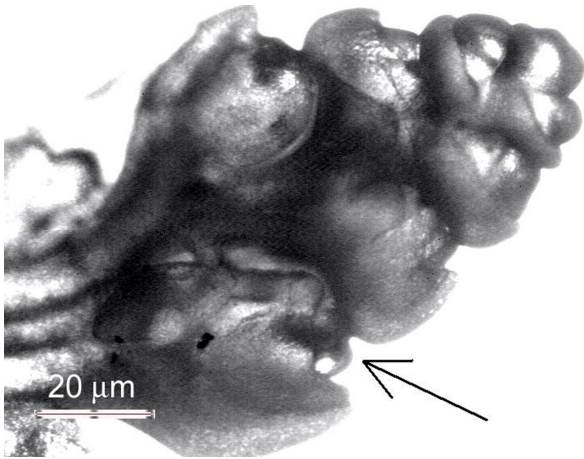


Abb. 58: Stadium A bzw. P<sub>1</sub> und P<sub>2</sub> bei *Freesia laxa* (Foto EHRICH, 12.01.06)

In Stadium G werden die drei Fruchtblätter zunächst separat gegenüber den Staubblättern angelegt (siehe Pfeil Abb. 59), später vereinigen sie sich.

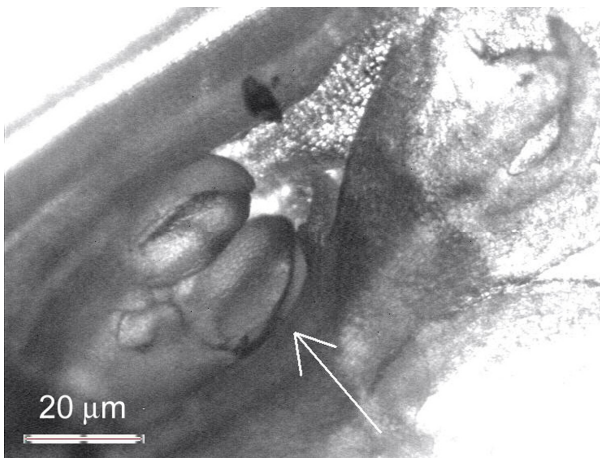


Abb. 59: Stadium G bei *Freesia laxa* (Foto EHRICH, 12.01.06)

### 5.8. Übertragbarkeit der Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden die gewonnenen und diskutierten Ergebnisse zu den untersuchten Arten/Hybriden verglichen, um so Gemeinsamkeiten wie auch Unterschiede in ihrem Verhalten und ihrer physiologischen Reaktion auf die realisierten Varianten festzustellen und hervorzuheben. Im Anschluss wird die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Arten aus dem gleichen Herkunftsgebiet diskutiert.

### 5.8.1. Vergleichende Betrachtung der untersuchten Arten/Hybriden

Allen vier hier angesprochenen Arten/Hybriden gemeinsam war, dass eine Kombination aus hohen Kulturtemperaturen und hoher Lichtintensität reduzierend auf ihre Pflanzenhöhe wirkt. Bei kühler Kulturführung wird das Höhenwachstum der *Sparaxis*-Hybriden und beider *Tritonia*-Arten gefördert, wenn ausreichend hohe Lichtintensitäten gegeben sind, das von *Freesia laxa* dagegen nicht.

Ebenfalls wurde festgestellt, dass die Triebanzahl bei allen untersuchten Arten/Hybriden nicht oder nur tendenziell durch die Kulturbedingungen beeinflussbar zu sein scheint und eher von der Knollengröße, d. h. dem Alter, der Pflanzen und der an ihnen angelegten Zahl an Triebknospen abhängt.

Die erstmalig bei den gewählten Arten/Hybriden untersuchte Infloreszenzinduktion im Apikalmeristem hing nur bei *Tritonia securigera* von niedrigen Kulturtemperaturen ab und konnte bei dieser Art nur dann erfolgen. Bei allen anderen untersuchten Arten/Hybriden erfolgte sie unabhängig von den Kulturbedingungen und folgte demnach einem endogenen Rhythmus. Hohe Kulturtemperaturen bewirkten aber bei den *Sparaxis*-Hybriden einen fast kompletten und bei *Freesia laxa* und *Tritonia deusta* einen teilweisen Blütenabort bzw. Verspätung der Anthese im Laufe der Kultur.

Eine kühle Kulturführung (17 °C tags/13 °C nachts oder konstant 13 °C) war bei allen untersuchten Arten/Hybriden erforderlich, um eine ausreichende Anzahl generativer Pflanzen im Bestand zu sichern. Bei *Freesia laxa* war eine kühle Kultur mit mindestens einem Drittel blühenden Pflanzen im Bestand auch unter Schwachlichtbedingungen möglich, was auf ihren natürlichen Standort an halbschattigen Standorten (vgl. 3.2.1.) zurückzuführen sein könnte und erklärt, warum eine durchgeführte Zusatzbelichtung den Anteil blühender Pflanzen nicht wesentlich erhöhen konnte. Dagegen konnte eine Kultur beider *Tritonia*-Arten bzw. der *Sparaxis*-Hybriden während der lichtarmen Jahreszeit nur mit Zusatzbelichtung erfolgen, um einerseits den Blütenabort bzw. eine Verspätung der Anthese zu verhindern und andererseits auch Pflanzen mit ansprechendem Habitus und guter Standfeste zu garantieren. Bei günstigen Wachstumstemperaturen bestimmte außerdem die über die Kulturdauer realisierte vegetative Leistung in Abhängigkeit der verfügbaren Lichtstärke über die Blütenanlagenzahl pro gebildeter Infloreszenz.

Neu konnte für *Freesia laxa* festgestellt werden, dass ihr Wachstum in stärkerem Maße von der Temperatur als von der Lichtstärke abhängig war. Das der beiden *Tritonia*-Arten und der *Sparaxis*-Hybriden war dagegen in gleichem Maße durch diese beiden Wachstumsfaktoren beeinflusst. Möglicherweise nimmt *Freesia laxa* hinsichtlich ihrer Reaktion auf den Wachstumsfaktor Temperatur auch deshalb eine Sonderstellung ein, weil sie in ihrer geographischen Verbreitung am Heimatstandort nicht nur auf das Kapländische Florenreich beschränkt ist, sondern auch in wärmeren Gebieten des südlichen Afrikas vorkommt. Dies könnte ihr vergleichsweise gutes Wachstum während der Heißwetterperioden des Anfangs- und Frühjahrssatzes im Vergleich zu den anderen untersuchten Arten/Hybriden in dieser Periode erklären. Da diese Art in Höhenlagen von bis über 2000 m über dem Meeresspiegel vorkommt und somit über längerfristige Zeiträume hinweg an niedrige Temperaturen angepasst ist, könnte auch ihre -für eine Kulturverkürzung dienliche- Reaktion auf die Langzeitlagerung bei 2 °C erklären.

Bei entsprechender Lagerung und Kulturführung konnten bei *Freesia laxa* rund 50 % blühende Pflanzen im Bestand nach drei Monaten, bei den *Sparaxis*-Hybriden nach vier Monaten und bei beiden *Tritonia*-Arten nach fünf bis sechs Monaten erreicht werden. Obwohl durch geeignete Maßnahmen die Kulturzeit der jeweiligen Arten/Hybriden möglicherweise noch verkürzt werden könnte, deutet sich an, dass die Kultur der einzelnen Arten bzw. Hybriden nicht einheitlich lang ist und im gegebenen Fall die Kosten für eine längere Kulturdauer mit den Einsparungen durch eine energie günstige Kulturführung für jede Art bzw. Hybride einzeln abgewogen werden müssen.

Eine erstmalig mit den untersuchten Arten/Hybriden durchgeführte Kühl Lagerung der Knollen bei 5 °C für eine Dauer von vier Wochen, die in den Untersuchungen von WULSTER et al. (1991) bei Topffreesien zu einem verringerten Längenwachstum sowie einer Verfrühung der Anthese geführt hatte, wirkte sich auf die untersuchten Arten/Hybriden unterschiedlich aus. So hatte diese Behandlung keinen Effekt bei *Freesia laxa* und den *Sparaxis*-Hybriden. Bei *Tritonia deusta* senkte sie lediglich die Blüentriebsqualität. Nur bei *Tritonia securigera* bewirkte die Kühl Lagerung der Knollen eine signifikant geringere Pflanzenhöhe bei warmer Kulturführung.

Auf eine verlängerte 13 °C-Aktivierung der Knollen über einen Zeitraum von sechs Wochen vor der Pflanzung, welche bei den von BERGHOF und ZEVENBERGEN (1990) untersuchten Topffreesien zu einer signifikanten Reduzierung der Pflanzenhöhe sowie

einer Reduzierung der Blütenanzahl pro Infloreszenz geführt hatte, reagierten die untersuchten Arten/Hybriden ebenfalls unterschiedlich. Bei den beiden *Tritonia*-Arten und den *Sparaxis*-Hybriden führte diese Lagerbehandlung der Knollen zu einem schwachen, qualitativ nicht zufriedenstellenden Wachstum der Pflanzen, wobei bei den beiden *Tritonia*-Arten die Pflanzenhöhe signifikant reduziert wurde. Bei *Tritonia deusta* wurde damit die Infloreszenzinduktion um vier bis sechs Wochen und der Blühbeginn um drei Wochen verfrüht, dabei blühten aber nur rund 20 % der Pflanzen des Bestandes. Für *Freesia laxa* hatte diese Behandlung keine negativen Folgen, hier kam es zu einer signifikanten Reduzierung der Pflanzenhöhe bei warmer Kulturführung und zu einer Steigerung des Anteils blühender Pflanzen im Bestand.

Das Verhalten auf konstante Temperaturregime konnte für die untersuchten Arten/Hybriden ebenfalls erstmalig festgestellt werden. So zeigte die Realisierung der Variante 4, nämlich die konstant warmen Kulturbedingungen bei  $> 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dass es bei allen untersuchten Arten/Hybriden dabei zur Verhinderung bzw. Verzögerung der Blüte kam. Die Durchführung der Variante 5, d. h. konstant kühle Kulturtemperaturen bei  $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ , konnte bei allen untersuchten Arten/Hybriden ein befriedigendes Blühen sicherstellen. In beiden Sätzen der Versuche 2006 blühten rund 70 - 100 % der Pflanzen aller untersuchten Arten/Hybriden dieser Variante, obwohl sie beim in der Klimakammer realisierten Temperatur- und Lichtregime nicht immer Blütenstiele mit höchster Qualität produzierten.

Eine Langzeitlagerung der Knollen bei  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  über einen Zeitraum von 3,5 Monaten nach erfolgter Präparation und vor der Aktivierung der Pflanzen vor dem Topfen wirkte sich bei allen Arten/Hybriden dahingehend positiv aus, dass die Masseverluste während der Lagerung damit -wie bei Schnittfreesien (GILBERTSON-FERRISS et al. 1981a)- deutlich reduziert werden konnten. Darüber hinaus konnte mit dieser Lagerbehandlung bei *Freesia laxa* die Pflanzenhöhe signifikant reduziert, der Blühbeginn um sieben Wochen verfrüht, der Anteil blühender Pflanzen im Bestand auf fast 100 % gesteigert und die Blütentriebanzahl pro Pflanze signifikant erhöht werden. Diese für alle ausgewählten Arten/Hybriden neuartige Lagerbehandlung der Knollen kann für diese Art daher als deutlich kulturbeschleunigende Maßnahme empfohlen werden. Bei *Tritonia deusta* und den *Sparaxis*-Hybriden führte sie dagegen zum Verpuppen eines Teils der Knollen nach der Pflanzung. Die restlichen ihrer Pflanzen sowie sämtliche von *Tritonia securigera* wiesen bei dieser Behandlung einen schwachen Wuchs auf. Für *Tritonia deusta* und die

*Sparaxis*-Hybriden konnten somit ähnliche verpuppungsinduzierende Temperaturbereiche wie bei Schnittfreesien (9 - 15 °C) identifiziert werden, da die Gewächshaus-temperaturen bei 17 °C tags und 13 °C nachts lagen. Dass es zum Verpuppen kam -was bei Schnittfreesien ein Ausdruck für nicht überwundene Dormanz ist (vgl. 3.4.1.2.)- obwohl die Knollen eigentlich bereits einer Präparation unterzogen worden waren, könnte aus physiologischer Sicht dahingehend gedeutet werden, dass durch die Langzeitlagerung die Erfüllung des Dormanzbedürfnisses aufgehoben wurde.

Die durchgeführten CCC-Behandlungen reduzierten nur bei beiden *Tritonia*-Arten tendenziell bzw. signifikant die Pflanzenhöhe, führten aber bei beiden Arten zum frühzeitigen Auftreten von braunen Blattspitzen bei hohen Kulturtemperaturen. Bei *Freesia laxa* und *Tritonia securigera* führten sie zu einer tendenziellen Erhöhung der Triebanzahl. Unter warmen Kulturbedingungen konnten sie bei *Freesia laxa* die Zahl generativer Pflanzen im Bestand und die Blütenanzahl pro Blütentrieb erhöhen. Bei den *Sparaxis*-Hybriden kam es durch die Behandlung mit CCC zu einer leichten Verfrühung der Anthese und zu einem verbesserten Wachstum, was sich durch breitere bzw. kräftigere Triebe äußerte. Bei *Tritonia deusta* kam es bei einer gleichzeitig kühlen Kulturführung durch die CCC-Behandlung ebenfalls zu einer leichten Verfrühung des Blühbeginns, es wurden außerdem auch hier tendenziell mehr Blütentriebe pro Pflanze angelegt. Eine Verfrühung des Blühbeginns, eine Erhöhung der Blütenanzahl pro Blütentrieb und eine wachstumsfördernde Wirkung durch CCC-Behandlungen war auch von BHATTACHARJEE (1984) bzw. HALEVY und SHILO (1970) bei der verwandten Gattung *Gladiolus* festgestellt worden. Allerdings waren die von den Autoren verwendeten Aufwandmengen zum Teil höher, als bei den hier durchgeführten Varianten.

Die vom IBC (2007) beschriebene, durch hohe Fluoridgehalte verursachten negativen Wirkungen des dem Substrat beigesetzten Perlites auf Wachstum und Entwicklung von Freesien wurde hier erstmalig bei den ausgewählten Arten/Hybriden untersucht. Sie konnten im Vergleich der Ergebnisse mit denen der Variante 10, die Sand statt Perlite im Substrat enthielt, nicht festgestellt werden.

Die von STARTEK (2002) beschriebene beste Wuchsleistung von Topffreesien, die anstatt regelmäßiger Flüssigdüngung oder einem handelsüblichen Mehrnährstoffdünger 5 - 6 g Osmocote Plus 5-6M l<sup>-1</sup> Substrat erhielten, konnte für die untersuchten Arten/Hybriden außer einer tendenziellen Steigerung des Anteil blühender Pflanzen im Bestand bei

*Freesia laxa* nicht beobachtet werden. Die untersuchte Dosis des Langzeitdüngers Plantacote Depot 8M (Variante 11) mit 3,5 g l<sup>-1</sup> lag allerdings unter der der Autorin.

### **5.8.2. Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Pflanzenarten aus dem gleichen Herkunftsgebiet**

Die bisherige Diskussion der Ergebnisse hat deutlich gemacht, dass zwischen den untersuchten Arten/Hybriden deutliche Parallelen hinsichtlich ihres Wachstums und Aktivitätswechsels existieren, aber auch eindeutige Unterschiede. So nehmen die Wachstumsfaktoren Temperatur und Lichtstärke eine zentrale Rolle bei der Kulturführung unter mitteleuropäischen Bedingungen ein.

Wie bei Schnittfreesien (vgl. 3.4.1.2.) und frühjahrsblühenden Gladiolen (vgl. 3.6.3.), aber auch wie bei *Lachenalia* und *Ornithogalum dubium* aus dem gleichen Herkunftsgebiet (vgl. 3.6.1. und 3.6.2.), kann für die untersuchten Arten/Hybriden von einer warmen Lagerung (> 20 °C) zur Überwindung der Dormanz ausgegangen werden. Allen erwähnten Kulturen (außer *Gladiolus*) gemeinsam ist auch, dass sie einer als Trockenkühlung bezeichneten Aktivierung im Temperaturbereich von 9 - 17 °C über eine Dauer von drei bis sechs Wochen nach erfolgter Präparation und vor der Pflanzung unterzogen werden. Sie soll die Austriebsgeschwindigkeit sowie die vegetative Entwicklung beschleunigen und die Dauer bis zur Anthese verkürzen. Weiterhin erfordern alle erwähnten Kulturen (außer *Ornithogalum dubium*) eine kühle Kulturführung (< 18 °C), ohne die es zur Verhinderung der Infloreszenzinduktion bzw. zur Blütenverkümmern oder gar zum Infloreszenzabort nach erfolgter Induktion kommt. Hier erwies sich die mikroskopische Untersuchung des Apikalmeristems trotz ihrer destruktiven Natur als hilfreich. Auf diese Weise konnte die Infloreszenzinduktion nachvollzogen und klare Aussagen hinsichtlich ihrer Verhinderung oder des Infloreszenzaborts nach erfolgter Infloreszenzinduktion bei bestimmten Kulturregimen gemacht werden.

Die Forderung nach einer kühlen Kulturführung macht die erwähnten Arten/Hybriden besonders energie günstig und prädestiniert sie für eine Kultur in den mitteleuropäischen Wintermonaten. Hierbei fielen die untersuchten Arten/Hybriden auch durch einen sehr geringen Befall mit den im Schnittfreesienanbau bekannten Schädlingen und Krankheiten positiv auf. Nicht zu unterschätzen sind allerdings die in diesem Zusammenhang festgestellten Lichtansprüche der einzelnen Arten/Hybriden während der europäischen

Wintermonate. Sie müssen erfüllt werden, um entsprechend gute vegetative und generative Leistungen der Pflanzen zu erreichen. Wie sich bei den Beobachtungen zu den verschiedenen Lichtansprüchen der untersuchten Arten/Hybriden herausstellte, variieren diese und müssen für die einzelnen Arten getrennt ermittelt werden. Auf zu geringe Lichtintensitäten reagierten alle Arten/Hybriden außer *Freesia laxa* mit einer Verzögerung des Blühbeginns oder sogar mit Infloreszenzabort. Auch konnte bei kühler Kulturführung bei gleichzeitiger Erhöhung der Lichtintensität die Pflanzenhöhe der Arten/Hybriden nicht wie bei BERGHOEF und ZEVENBERGEN (1990) reduziert werden, in dem Spätsommersatz der Versuche 2006 wurde sie hierdurch sogar teilweise gefördert.

Weiterhin wurde in den durchgeführten Versuchen klar, dass die untersuchten Arten/Hybriden recht anspruchslos an ihr Kultursubstrat waren. Auf eine gute Drainage wurde allerdings durchgehend geachtet. Auch an die Wasserqualität wurden keine besonderen Anforderungen gestellt. Wichtig waren eine ausreichende Topfgröße und eine regelmäßige, der Kultur angepasste und nicht zu hoch konzentrierte Flüssigdüngung (0,2 %). Da diese Kulturempfehlungen für alle untersuchte Arten/Hybriden ausgesprochen werden können, ist anzunehmen, dass sie bis zu einem gewissen Grad auch auf weitere Arten aus dem gleichen Herkunftsgebiet übertragbar sind oder zumindest für Vergleichszwecke herangezogen werden können.

In Bezug auf den Export der Knollen aus Südafrika konnte die Meinung von DE HERTOOGH und MILKS (1990) für die untersuchten Arten/Hybriden nicht bestätigt werden, dass sich einer Fortführung der Warmlagerung der Knollen nach dem Export negativ auf das spätere Wachstum und die Entwicklung der Pflanzen auswirkte. Auf die in den Versuchen 2006 realisierten Temperaturbehandlungen der Knollen im Lager reagierten die untersuchten Arten/Hybriden sehr verschieden. Mit entsprechenden Temperaturbedingungen können erfolgreich Wachstumsparameter wie die Zeit bis zur Anthese beeinflusst oder eine Reduzierung der Pflanzenhöhe erreicht werden. Sie sollten deshalb immer individuell für jede Art geprüft werden. Weiterhin sollte auf eine möglichst einheitliche und ausreichende Größe beim Bezug der Knollen geachtet werden, um eventuelle Blühausfälle durch juveniles Ausgangsmaterial zu vermeiden.

## 6. Empfehlungen für weitere Untersuchungen

An Hand der Diskussion der Ergebnisse können folgende Vorschlägen für weitere Versuchsreihen formuliert werden:

- o Hinsichtlich des Wachstumsfaktors Temperatur wäre von Interesse, das Temperaturregime während der Anzucht der Knollen ähnlich wie bei Freesien (vgl. 3.4.1.2.) in Phasen zu staffeln. Da bei den mikroskopischen Untersuchungen der untersuchten Arten/Hybriden die früheste Blüteninduktion vier Wochen nach der Pflanzung erfolgte, könnten -ähnlich wie bei Freesien- die Pflanzen in den ersten zwei bis drei Wochen bei Temperaturen von konstant über 15 °C (z. B. 17 °C) kultiviert werden. Das fördert das vegetative Wachstum, ähnlich wie dies auch bei den untersuchten Arten/Hybriden bei einer Kultur von konstant > 20 °C in den durchgeführten Versuchen festgestellt wurde. Im Anschluss sollten für diejenigen Arten/Hybriden, für die niedrige Temperaturen Voraussetzung für eine erfolgreiche Infloreszenzinduktion sind, die Kulturtemperaturen einige Wochen lang gesenkt werden, z. B. auf durchgängig 13 °C. Schließlich sollte für alle Arten/Hybriden eine gleichmäßige, für die Entwicklung der angelegten Infloreszenz optimale Temperatur gefahren werden, die eine möglichst kurze Kulturdauer sicherstellt. Auf Grund der im Spätsommersatz gewonnenen Ergebnisse dürfte diese im Bereich zwischen 15 und 17 °C liegen. In diesem Zusammenhang könnte in dieser letzten Phase geprüft werden, in wie weit eine weitergehende Absenkung der gefahrenen Nachttemperatur (z. B. auf 10 °C) die Kulturdauer verlängert bzw. die Anzucht noch energie günstiger macht.
- o Hinsichtlich der Lagerung der Knollen wäre es lohnenswert zu untersuchen, wie die untersuchten Arten/Hybriden auf eine Kaltlagerung im direkten Anschluss an die Ernte mit einer angeschlossenen Präparation (Wärmebehandlung) vor der Pflanzung -ähnlich wie bei Freesien (vgl. 3.4.1.2.)- reagieren. Möglicherweise kann auf diese Weise das Verpuppen der Knollen der *Sparaxis*-Hybriden und von *Tritonia deusta* nach der Pflanzung verhindert werden. Im Rahmen der im Anschluss an die Kaltlagerung durchgeführten Wärmebehandlung sollte in diesem Zusammenhang ebenfalls die bei Freesien festgestellte Verkürzung der Präparation durch eine Ethylenbehandlung (vgl. Abschnitt 3.4.1.2.) geprüft werden. Insgesamt erscheinen Prüfungen der optimalen Temperatur und relativen Luftfeuchte



für einen möglichst geringen Masseverlust der Knollen -besonders bei ihrer Überlagerung- angebracht.

- o Ebenfalls erscheinen detailliertere Untersuchungen zu einer möglichen quantitativen Tageslängenreaktion in Abhängigkeit von einem bestimmten Temperaturregime der untersuchten Arten/Hybriden ratsam. Im Besonderen interessiert hier eine mögliche Förderung bzw. Verfrühung der Anthese durch Langtagsbedingungen bei einer kühlen Kulturführung. Diese Wachstumsfaktorkombination wurde in den hier beschriebenen Versuchsreihen nicht geprüft.
- o Darüber hinaus sollte untersucht werden, ob höhere Konzentrationen und/oder eine mehrmalige Applikation des Hemmstoffs CCC möglicherweise eine bessere wachstumsregulierende Wirkung bei den untersuchten Arten/Hybriden hat. In diesem Zusammenhang wäre außerdem interessant, die beobachtete wachstumsfördernde bzw. blühverfrühende Wirkung dieses Wirkstoffs auf die untersuchten Arten/Hybriden genauer zu prüfen, z. B. eine mögliche Erhöhung des Chlorophyllanteils in den Blättern oder eine Vergrößerung der Blüten, wie sie bei *Glaadiolus* festgestellt wurde (vgl. Abschnitt 3.6.3.).
- o Im Zusammenhang mit weiteren Untersuchungen zum Hemmstoff CCC wäre es zweckmäßig, die Wirkung anderer Wachstumsregulatoren auf die untersuchten Arten/Hybriden zu überprüfen, so z. B. die Wirkung von Ethephon (Mittel: „Floridimex 420“, zugelassen bis zum 31.12.2016), welches bei Topffreesien erfolgreich angewendet wurde (vgl. Abschnitt 3.4.1.2.). Darüber hinaus könnte die wachstumshemmende Wirkung der Wirkstoffe Flurprimidol (Mittel: Topflor, zugelassen bis zum 31.12.2008) sowie Metconazol (Mittel: Caramba, zugelassen bis zum 31.12.2016) überprüft werden. Dies gilt vor allem für die *Sparaxis*-Hybriden bzw. *Tritonia securigera*, die bei entsprechenden Pflanzenqualitäten im Spätsommersatz (Variante 7) zu hoch für die Verwendung als Topfpflanze waren.
- o Hinsichtlich der Wirkung von künstlich applizierten Pflanzenhormonen verbleibt zu prüfen, ob eine Behandlung der Knollen (wie bei Schnittfreesien, vgl. Abschnitt 3.4.1.2.) oder das Spritzen (wie bei *Ornithogalum dubium*, vgl. 3.6.2.) mit Gibberellinsäure den Blühzeitpunkt verfrüht und/oder die Blütentriebblänge erhöht.
- o Bezüglich des Düngeregimes wäre von Bedeutung festzustellen, welcher genaue Anspruch der untersuchten Arten/Hybriden an den Nährstoff Kalium besteht. Damit würden die Empfehlungen zum Bedarf dieses Elements bei Schnittfreesien

harmonisiert und in einen Zusammenhang mit den in den Versuchen festgestellten Wuchsleistungen abhängig von den Düngegaben gebracht.

- o Bei den ausgewählten Arten/Hybriden wäre es von Interesse, die Abhängigkeit der untersuchten Merkmale Pflanzenhöhe, Triebanzahl und Blühreichtum von der Knollengröße bzw. dem Knollenalter zu präzisieren, um den Einfluss dieses Faktors auf die Ergebnisse zukünftiger Versuchsreihen auszuschließen und ihre Aussagekraft damit zu erhöhen.
- o Auf Grund der potentiellen Verwendung der untersuchten Arten/Hybriden als Topfpflanzen, sollten Haltbarkeits- und Transporteignungsversuche durchgeführt werden. Mit den Ergebnissen wären vollständigere Aussagen zu ihrem Potential als neue Topfpflanzen möglich.
- o Kann im Anschluss an diese Untersuchungen eine Empfehlung für die Verwendung der untersuchten Arten/Hybriden als Topfpflanzen ausgesprochen werden, sollten züchterische Bemühungen erfolgen, die den Habitus der Pflanzen optimieren und eine Farbpalette hinsichtlich der Blütenfarbe anbieten.
- o Um die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Arten aus dem gleichen Herkunftsgebiet zu bestätigen, sollten Untersuchungen weiterer vier bis fünf Arten/Hybriden der Iridaceae aus dem Kapländischen Florenreich erfolgen, deren Versuchsaufbau ähnlich dem dieser Promotion ist.

## **7. Zusammenfassung**

Das Zierpflanzensortiment unterliegt der Anforderung, ständig erweitert und erneuert zu werden, um den Ansprüchen der Konsumenten und ihrem Interesse an Neuheiten zu genügen. Insbesondere das begrenzte Sortiment an Topfpflanzen der Vorweihnachtszeit bedarf der Diversifizierung, wobei energie günstige Kulturen zu dieser Jahreszeit für die Produzenten besondere Anreize bieten. In diesem Zusammenhang wurden vier Knollenpflanzenarten/Hybriden aus der Kapprovinz Südafrikas auf ihre Eignung für den Export aus Südafrika und eine weiterführende Kultur als Topfpflanzen unter mitteleuropäischen Bedingungen untersucht. Dazu wurden Versuchsreihen zur Lagerfähigkeit der Knollen, zur Treiberei und zur Terminisierung ihres Blühzeitpunktes durchgeführt. Auf der Basis dieser Ergebnisse wurde das Potential dieser Arten/Hybriden als neue Zierpflanzen beurteilt. Es konnten neue Empfehlungen für ihre Kultur ausgesprochen werden.

Zu Beginn erfolgte die Analyse des bisher unvollständigen, Kenntnisstandes zu den untersuchten *Freesia laxa*, *Sparaxis*-Hybriden, *Tritonia deusta* und *Tritonia securigera*. Im Rahmen der durchgeführten Versuche wurden von April 2005 bis Anfang 2006 grundlegenden Untersuchungen zu den Ansprüchen der ausgewählten Arten/Hybriden an die Wachstumsfaktoren bei einer Kultur in Mitteleuropa durchgeführt. Von April 2006 bis Februar 2007 fanden in zwei Pflanzsätzen weiterführende Versuche über die Variation der Faktoren Lagerungsdauer und -temperatur der Knollen, sowie der Wachstumsfaktoren Kulturtemperatur, Lichtmenge, Düngung und Hemmstoffanwendung statt. Die Entwicklung der Knollen bzw. Pflanzen wurde in den Versuchszeiträumen an Hand der Merkmale Masseverluste während der Lagerung, Pflanzenhöhe, Triebanzahl, Dauer bis zur Infloreszenzinduktion im apikalen Meristem, Anteil generativer Pflanzen je Variante, Anzahl an Blüentrieben und Anzahl an Infloreszenzanlagen pro Blüentrieb verfolgt. Die Diskussion der Ergebnisse zielte auf die Frage ab, wie sich die durchgeführten Varianten auf das Wachstum und die Entwicklung bzw. die Blüte der Pflanzen auswirkten. Dabei wurden die Vor- und Nachteile verschiedener Pflanzzeitpunkte auf Grund jahreszeitlich bedingter Wachstumsunterschiede hinsichtlich einer Terminisierung der untersuchten Arten/Hybriden für die Vorweihnachtszeit herausgearbeitet.

Die in dieser Arbeit gewonnenen Ergebnisse tragen zur erstmaligen Erstellung bzw. zur Erweiterung des sehr begrenzten Kenntnisstandes der ausgewählten Arten/Hybriden bei. So konnten -für die beiden *Tritonia*-Arten zum ersten Mal- ihre grundsätzliche Ansprüche an die Wachstumsfaktoren ausgesprochen, Möglichkeiten ihrer Wachstumsregulierung und ihrer Terminisierung definiert, sowie auf Parallelen zu den Kulturansprüchen anderer Arten aus dem gleichen Herkunftsgebiet eingegangen werden. Die Wachstumsfaktoren Temperatur und Licht wurden in diesem Rahmen als zentrale Einflussfaktoren bei der Kultur der untersuchten Arten/Hybriden herausgestellt. Abschließend wurden Empfehlungen für weitere Versuche ausgesprochen.

## Literaturverzeichnis

- ARMITAGE, A.M. (1987): What is a new crop? *Acta Horticulturae*, 205: 1.
- BELLARDI, M.G., PISI, A. und MASENGA, V. (1990): Bean Yellow Mosaic Virus (BYMV) in *Sparaxis* sp. *Advances in Horticultural Science*, 4 (3): 155-158.
- BERGHOF, J. und ZEVENBERGEN, A.P. (1990): The effect of precooling environmental factors and growth-regulating substances on plant height of *Freesia* as pot plant. *Acta Horticulturae*, 266: 251-257.
- BHATTARCHARJEE, S.K. (1984): The effect of growth regulating chemicals on *Gladiolus*. *Gartenbauwissenschaft*, 49: 103-106.
- BOROCHOV, A., SPIEGELSTEIN, H. und WEISS, D. (1997): Dormancy and storage of geophytes. *Acta Horticulturae*, 430: 405-409.
- BOUWEN, I., MOKRA, V.; BRUNT, A., DERKS, T. und VAN ZAAYEN, A. (1994): *Freesia* leaf necrosis: some of its mysteries revealed. *Acta Horticulturae*, 377: 311-318.
- BRØNDUM, J.J. (1989): *Freesia* i potter. *Gartner Tidende*, 105 (33): 809-811.
- BRYAN, J.E. (1989): *Bulbs. Volumes I and II*, Christopher Helm Publishers Ltd., Kent, 451 S.
- BRYAN, J.E. (2002): *Bulbs*. Timber Press, Portland, Oregon, 524 S.
- COCOZZA-TALIA, M. (1983): Effects of gibberellin upon *Freesia* flowering. *Acta Horticulturae*, 137: 225-230.
- COERTZE, A.F., HANCKE, F.L., LOUW, E., NIEDERWIESER, J.G. und KLESSER, P.J. (1992): A review of hybridization and other research on *Lachenalia* in South Africa. *Acta Horticulturae*, 325: 605-609.
- COETZEE, J.H. und LITTLEJOHN, G.M. (1995): Ornamental horticulture in rural areas in South Africa. *Acta Horticulturae*, 391: 173-180.

- COETZEE, J.H. (2002): Benefit sharing from flowering bulbs - is it still possible? *Acta Horticulturae*, 570: 21-27.
- DE HERTOOGH, A.A. und MILKS, R. (1990): Forcing Dutch-grown freesias as potted plants in the U.S. and Canada. *Acta Horticulturae*, 266: 115-122.
- DE HERTOOGH, A.A. und LE NARD, M. (Hrsg.) (1993): The physiology of flower bulbs. Elsevier, Amsterdam/London/New York/Tokyo, 811 S.
- DE HERTOOGH, A.A. und GALLITANO, L. (1997): Basic forcing requirements for Israeli-grown *Ornithogalum dubium*. *Acta Horticulturae*, 430: 227-232.
- DE MUNK, W.J. (1984): Research on energy-saving modifications of forcing methods for bulbous plants. *Acta Horticulturae*, 148: 105-110.
- DE MUNK, W.J. (1989): Thermomorphogenesis in bulbous plants. *Herbertia*, 45: 50-55.
- DE VOS, M.P. (1999): *Tritonia* (Iridaceae). *Flora of Southern Africa*, 7 (2(1)): 89-128.
- DOI, M., HAMATANI, S., HIRATA, T., IMANISHI, H. und HISAMOTO, T. (1992): Micropropagation system of *Freesia*. *Acta Horticulturae*, 319: 249-254.
- DOLE, J.M. (2003): Research approaches for determining cold requirements for forcing and flowering of geophytes. *HortScience*, 38 (3): 341-346.
- DOORDUIN, J.C. (1992): Effects of photosynthetic lighting on *Freesia* grown for winter-flowering. *Acta Horticulturae*, 325: 85-90.
- DUNCAN, G. (2002): Spectacular geophytes in peril. *Veld & Flora*, 88 (4): 142-147.
- DUNCAN, G. (2003): Endangered geophytes of the Cape Floral Kingdom. *Curtis's Botanical Magazine*, 20(4): 245-250.
- DUNCAN, G. (2006): Spectacular, rewarding tritonias. *Veld & Flora*, 92 (3): 132-137.
- ELIOVSON, S. (1973): South African wild flowers for the garden. 5. Auflage, Macmillan, Johannesburg, 306 S.
- EWALD, A. (1992): *Anomatheca laxa* als Schnittblume. *Deutscher Gartenbau*, 6: 318.

- EWALD, A. (1993): In-vitro-Polyploidisierung von *Anomatheca laxa*. Gartenbauwissenschaft, 3: 120-124.
- FERREIRA, D.I. und HANCKE, F.L. (1985): Indigenous flower bulbs of South Africa – a source of new genera and species for ornamental bulb cultivation. Acta Horticulturae, 177: 405-410.
- FRANK, R. (1986): Zwiebel- und Knollengewächse. Ulmer Verlag, Stuttgart, 461 S.
- GENDERS, R. (1973): Bulbs - a complete handbook of bulbs, corms and tubers. Robert Hale and Company, London, 622 S.
- GERMISHUIZEN, G. und MEYER, N.L.(Hrsg.) (2003): Plants of Southern Africa: an annotated checklist. Strelizia 14, National Botanical Institute, Pretoria, 1231 S.
- GILBERTSON-FERRISS, T.L., BRENNER, M.L. und WILKINS, H.F. (1981a): Effects of storage temperatures on endogenous growth substances and shoot emergence in *Freesia hybrida* corms. Journal of the American Society for Horticultural Science, 106: 455-460.
- GILBERTSON-FERRISS, T.L., BRENNER, M.L. und WILKINS, H.F. (1981b): Corm and shoot development of *Freesia hybrida* 'Super Emerald Mixture' as related to endogenous abscisic acid and indoleacetic acid levels in the developing corm. Journal of the American Society for Horticultural Science, 106: 463-466.
- GILBERTSON-FERRISS, T.L., BRENNER, M.L. und HOBERG, R. (1981c): Influence of alternating day and night temperature on flowering of *Freesia hybrida*. Journal of the American Society for Horticultural Science, 106: 466-469.
- GILBERTSON-FERRISS, T.L., BRENNER, M.L. und WILKINS, H.F. (1981d): Localization of endogenous growth substances in *Freesia hybrida* 'Moya' corms before and after a heat treatment. Journal of the American Society for Horticultural Science, 106: 460-463.
- GILBERTSON-FERRISS, T.L. (1989): *Freesia x hybrida*. - In: Halevy, A.H. (Hrsg.): Handbook of flowering, volume 3, CRC Press, Boca Raton, Florida, 34-37.

- GOLDBLATT, P. (1979): The species of *Sparaxis* and their geography. Veld & Flora, 65 (1): 7-9.
- GOLDBLATT, P. (1992): Phylogenetic analysis of the South African genus *Sparaxis* with 2 new species and a review of the genus. Annals of the Missouri Botanical Garden, 79 (1): 143-159.
- GOLDBLATT, P. und MANNING, J.C. (1995): Phylogeny of the African genera *Anomatheca* and *Freesia* (Iridaceae: Ixioideae), and new genus *Xenoscapa*. Systematic-Botany, 20 (2): 161-178.
- GOLDBLATT, P.; BERNHARDT, P. und MANNING, J.C. (1998): Pollination of petaloid geophytes by monkey beetles (Scarabaeidae : Rutelinae : Hopliini) in Southern Africa. Annals of the Missouri Botanical Garden, 85 (2): 215-230.
- GOLDBLATT, P. und MANNING, J.C. (1999): New species of *Sparaxis* and *Ixia* from Western Cape, South Africa, and taxonomic notes on *Ixia* and *Gladiolus*. Bothalia, 29 (1): 59-63.
- GOLDBLATT, P. und MANNING, J.C. (2000a): Cape plants - a conspectus of the Cape Flora of South Africa. Strelitzia 9, National Botanical Institute of South Africa und MBG Press, Missouri Botanical Garden, Kapstadt, 743 S.
- GOLDBLATT, P. und MANNING, J.C. (2000b): *Sparaxis* expanded. Veld & Flora, 86 (1): 22-25.
- GOLDBLATT, P. und MANNING, J.C. (2002): Plant diversity of the Cape region of Southern Africa. Annals of the Missouri Botanical Garden, 89 (2): 281-302.
- GRUNERT, C. (1990): Das große Blumenzwiebelbuch. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 398 S.
- HALEVY, A.H. und SHILLO, R. (1970): Promotion of growth and flowering and increase in content of endogenous gibberellins in *Gladiolus* plants treated with the growth retardant CCC. Physiologia Plantarum, 23: 820-827.
- HALEVY, A.H., KOFRANEK, A.M. und BESEMER, S.T. (1984): Photoperiodic response of miniature *Gladiolus* cultivars. HortScience, 19 (6): 858-860.

- HALEVY, A.H. (1990): Recent advances in control of flowering and growth habit of geophytes. *Acta Horticulturae*, 266: 35-42.
- HALEVY, A.H. (1994): The use of plant bioregulators in ornamental crops. *Acta Horticulturae*, 394: 37-43.
- HARTSEMA, A.M. (1961): Influences of temperatures on flower formation and flowering of bulbous and tuberous plants. In: Ruhland, W. (Hrsg.): *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, Band 16, Springer Verlag, Berlin, 123-167.
- HAUSER, B. und HORN, W. (1991): In vitro corm formation of *Sparaxis* hybrids. *Acta Horticulturae*, 300: 169-172.
- HEINRICHS, F. (Hrsg.) (2006): International statistics flowers + plants. Volume 54, International Association of Horticultural Producers (AIPH), Zoetermeer (NL).
- HIRAI, H., MORI, G., TOZAI, K., KUBOTA, C., FUJIWARA, K., IBARAKI, Y. und SASE, S. (1996): Forcing culture of *Freesia* and Dutch *Iris* using spot cooling system. *Acta Horticulturae*, 440: 262-267.
- HORN, W. (1962a): Züchtungsforschung bei südafrikanischen Pflanzen - Selektion auf quantitative Merkmale bei *Sparaxis* Ker. und *Bulbinella* Kunth. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung - Journal of plant breeding*, 48 (4): 360-371.
- HORN, W. (1962b): Breeding research on South African plants III: Intra- and inter-specific compatability in *Ixia* L., *Sparaxis* Ker., *Watsonia* Mill. and *Zantedeschia* Spreng. *The Journal of South African Botany*, 24: 259-269.
- HORN, W., WEHRENFENNING, M. und BUNDIES, H. (1989): Breeding and culture of polyploid *Sparaxis* hybrids. *Acta Horticulturae*, 252: 149-158.
- HORN, W. (1996): *Zierpflanzenbau*. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin/Wien, 662 S.
- HOSOKI, T. (1985): Change of endogenous growth regulators during storage of dormant corms of spring-flowering *Gladiolus*. *HortScience*, 20: 366-367.



- IMANISHI, H. und FORTANIER, E.J. (1983): Effects of exposing *Freesia* corms to ethylene or to smoke on dormancy-breaking and flowering. *Scientia Horticulturae*, 18: 381-389.
- IMANISHI, H. und BERGHOF, J. (1986): Some factors affecting dormancy breaking by ethylene in *Freesia* corms. *Acta Horticulturae*, 177: 637-640.
- IMANISHI, H. (1997): Ethylene as a promoter for flower induction and dormancy breaking in some flower bulbs. *Acta Horticulturae*, 430: 79-88.
- IMANISHI, H., IMAE, Y., KANEKO, E. und SONODA, S. (2002): Effect of temperature and daylength on flowering of early flowering *Gladiolus*. *Acta Horticulturae*, 570: 437-446.
- INNES, C. (1985): The world of Iridaceae. Holly Gate International Ltd., Ashington, Sussex, 405 S.
- INTERNATIONAL FLOWER BULB CENTRE [IBC] (undatiert): Information on special bulbs. IBC, Hillegom, Niederlande.
- INTERNATIONAL FLOWER BULB CENTRE [IBC] (26.01.2007): [www.blumenzwiebeln.de](http://www.blumenzwiebeln.de) (Profibereich/Zwiebelblumenkultur/Informationsbulletins/Herbst/Topfpflanzeninformation).
- JANSEN, H., BACHTHALER, E., FÖLSTER, E. und SCHARPF, H.-C. (1998): Gärtnerischer Pflanzenbau. 3. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 447 S.
- KAPCZYŃSKA, A. und PISKORNIK, M. (2003a): Generative propagation of harlequin flower (*Sparaxis tricolor* (Curt) Ker. Gawl). *Folia Horticulturae*, 15(2): 173-184.
- KAPCZYŃSKA, A. und PISKORNIK, M. (2003b): Longevity of *Sparaxis tricolor* cut flowers. *Folia Horticulturae*, 15(2): 185-190.
- KLEYNHANS, R. und HANCKE, F.L. (2002): Problems and breeding strategies for the development of new *Lachenalia* cultivars. *Acta Horticulturae*, 570: 233-240.
- KÖHLER, W., SCHACHTEL, G. und VOLESKE, P. (2002): Biostatistik. 3. Auflage, A. Springer Verlag, Berlin, 301 S.

- KRAS, J. (2003a): Pioneers in South Africa. FloraCulture International, January: 36.
- KRAS, J. (2003b): South Africa - The West Cape. FloraCulture International, March: 6.
- KÜPPER, K.-W. (2004): Küppers Blumenzwiebelbuch Frühjahr. Eschwege und Visions, Lisse, 138 S.
- LEE, J., CHOI, Y. und KIM, J. (2003a): Physiological and biochemical changes during pupation of *Freesia hybrida* corms in response to storage temperature. Acta Horticulturae, 620: 325-331.
- LEE, J., JEONG, J., CHOI, J., KWON, Y. und BARK, H. (2003b): Effects of pre-harvest temperature during the induction period of dormancy on growth, dormancy development, and pupation in *Freesia hybrida* corms. Acta Horticulturae, 620: 281-287.
- LITTLEJOHN, G.M. und VAN DER WALT, I.D. (1992): *Gladiolus* breeding using indigenous wild species. Acta Horticulturae, 325: 543-548.
- LURIA, G., WATAD, A.A., COHEN-ZHEDEK, Y. und BOROCHOV, A. (2002): Growth and flowering of *Ornithogalum dubium*. Acta Horticulturae, 570: 113-119.
- MANNING, J.C. (2001): Eastern Cape. South African Wild Flower Guide 11, Botanical Society of South Africa in association with the National Botanical Institute, Cape Town, 307 S.
- MANNING, J.C., GOLDBLATT, P. und SNIJMAN, D. (2002): The color encyclopedia of Cape bulbs. Timber Press, Oregon/Cambridge, 486 S.
- MEEROW, A.W. (2002): The new phylogeny of the lilioid monocotyledons. Acta Horticulturae, 570: 31-45.
- McKENZIE, E.H.C. (2000): *Uromyces transversalis*, rust fungus found infecting Iridaceae in New Zealand. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 28 (4): 289-291.
- MILLER, W.B. (1992): A review of carbohydrate metabolism in geophytes. Acta Horticulturae, 325: 239-246.

- MILLER, W.B., LEGNANI, G., RANWALA, A.P. und HARDIN, M.B. (1997): Fructan metabolism in geophytes. *Acta Horticulturae*, 430: 117-124.
- MOTOZU, T. und TAKATSU, Y. (1997): Observation of floral development in *Freesia* at different temperatures by scanning electron microscopy. *Acta Horticulturae*, 430: 161-165.
- NIEDERWIESER, J.G., KLEYNHANS, R. und HANCKE, F.L. (2002): Development of a new flower bulb crop in South Africa. *Acta Horticulturae*, 570: 67-73.
- NOORDEGRAAF, C.V. (1998) Trends and requirements in floriculture in Europe. *Acta Horticulturae*, 454: 39-48.
- NOORDEGRAAF, C.V. (2000): An approach to select new ornamental crops. *Acta Horticulturae*, 541: 75-78.
- PATE, J. und DIXON, K. (1982): Tuberous, cormous and bulbous plants. University of Western Australia Press, Nedlands, Western Australia, 268 S.
- PIZANO, M. (2003): South Africa: home of the Cape Floristic Kingdom. *FloraCulture International*, June: 24-27.
- POTT, R. (2005): Allgemeine Geobotanik. Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 560 S.
- PÜTZ, N. und SUKKAU, I. (1995): Comparative examination of the moving process in monocot and dicot seedlings using the example *Lapeirousia laxa* (Iridaceae) and *Foeniculum vulgare* (Apiaceae). *Feddes Repertorium*, 106: 475-481.
- REES, A.R. (1984): Dormancy, flowering and periodicity in ornamental bulbs. *The Plantsman*, 6: 33-41.
- REES, A.R. (1989a): Evolution of the geophytic habit and its physiological advantages. *Herbertia*, 45: 104-110.
- REES, A.R. (1989b): Ornamental bulbous plants. - In: Halevy, A.H. (Hrsg.): Handbook of flowering, volume 1, CRC Press, Boca Raton, Florida, 259-267.

- REES, A.R. (1992): Ornamental bulbs, corms and tubers. CAB-Publishing International, Wallingford, UK, 220 S.
- ROH, M.S., LAWSON, R.H., SONG, C.Y. und LOUW, E. (1995): Forcing *Lachenalia* as a potted plant. *Acta Horticulturae*, 397: 147-153.
- ROH, M.S., GRASSOTTI, A. und GUGLIERI, L. (1998): Storage and forcing temperatures affect inflorescence initiation, flowering and floret blast of *Lachenalia aloides* 'Pearsonii'. *Acta Horticulturae*, 454: 213-221.
- ROH, M.S. und JOUNG, Y.H. (2004): Inflorescence development in an *Ornithogalum dubium* hybrid as influenced by bulb temperature treatments. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 79 (4): 576-581.
- ROSSA, B. und VON WILLERT, D.J. (1999): Physiological characteristics of geophytes in semi-arid Namaqualand, South Africa. *Plant Ecology*, 142: 121-132.
- RÜNGER, W. (1976): Licht und Temperatur im Zierpflanzenbau. 3. Auflage, Paul Parey, Berlin-Hamburg, 353 S.
- RUITERS, C., MCKENZIE, B. und RAITT, L.M. (1992): Ontogenic and demographic studies of *Sparaxis grandiflora* subspecies *fimbriata* (Iridaceae). *South African Journal of Botany*, 58 (3): 182-197.
- RUITERS, C. und MCKENZIE, B. (1994): Seasonal allocation and efficiency patterns of biomass and resources in the perennial geophyte *Sparaxis grandiflora* subspecies *fimbriata* (Iridaceae) in lowland coastal fynbos, South Africa. *Annals of Botany*, 74 (6): 633-646.
- RUPPRECHT, H. (1988): Die Freesie. VEB Dt. Landwirtschaftsverlag, Berlin, 136 S.
- SCAGEL, C.F. (2004): Inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobacteria alters nutrient allocation and flowering of harlequin flower. *HortTechnology*, 14(1): 39-48.
- SCHMIEDEL, U. (2004): Phytogeographie der obligaten Quarzflächenflora im südlichen Afrika. *Biodiversity & Ecology*, 2: 193. (verändert nach SCHULZE und MCGEE 1978)

- SCHUBERT, R. und WAGNER, G. (1975): Pflanzennamen und botanische Fachwörter. 6. Auflage, Neumann Verlag, Radebeul, 466 S.
- SCHULZE, R.E. und MCGEE, O.S. (1978): Climatic indices and classification in relation to the biogeography of Southern Africa. - In: Werger, M.J.A. (Hrsg.): Biogeography and Ecology of southern Africa. W. Junk, The Hague, 19-54.
- SHILLO, R. und HALEVY, A.H. (1976): The effect of various environmental factors on flowering of *Gladiolus*. I. Light intensity. *Scientia Horticulturae*, 4: 131-137.
- SITTE, P., ZIEGLER, H., EHRENDORFER, F. und BRESINSKI, A. (1998): Strasburger Lehrbuch der Botanik. 34. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/Jena/Lübeck/Ulm, 1007 S.
- SOUTH AFRICAN EXPLORER TRAVEL ATLAS (13.01.2007): Klimadaten über Stellenbosch, die Region der Cederberge und die Region zwischen Worcester und Swellendam. [www.saexplorer.co.za](http://www.saexplorer.co.za).
- SOUTH AFRICAN WEATHER SERVICE (13.01.2007): Klimadaten über George und Kapstadt. [www.weathersa.co.za](http://www.weathersa.co.za).
- STARTEK, L. (2002): Growth dynamics and decorative value of 'Easy Pot' potted *Freesia* depending on the growing conditions. *Acta Horticulturae*, 570: 385-390.
- STARTEK, L. und ZURAWIK, P. (2005): Effect of ethephon on 'Easy Pot' *Freesia*. *Acta Horticulturae*, 673: 617-623.
- STRUCK, M. (1994): Flowering phenology in the arid winter rainfall region of Southern Africa. *Bothalia*, 24 (1): 77-90.
- SUH, J.K., ROH, M.S. und LEE, J.S.(1997): Leaf cutting propagation, growth and flowering of *Lachenalia*. *Acta Horticulturae*, 430: 369-376.
- TANTAU, H.-J. (1983): Heizungsanlagen im Gartenbau. Handbuch des Erwerbsgärtners, Ulmer Verlag, Stuttgart, 258 S.
- THOMAS, M., MATHESON, S. und SPURWAY, M. (1998): Nutrition of container-grown freesias. *Journal of Plant Nutrition*, 21 (12): 2485-2496.

- VAN VUUREN, P.J.J., COERTSE, A. und COETZEE, J.(1993): South African flowering plants with a potential as future floriculture crops. *Acta Horticulturae*, 337: 65-72.
- VAN WYK, A.E. und SMITH, G.F. (2001): Regions of floristic endemism in Southern Africa. Umdaus Press, Hatfield/Südafrika, 198 S.
- VON HENTIG, W.U. (1998): Strategies of evaluation and introduction of "new ornamental plants". *Acta Horticulturae*, 454: 65-80.
- VON HENTIG, W.U. (1995): The development of "new ornamental plants" in Europe. *Acta Horticulturae*, 397: 9-29.
- WILKINS, H.F. (1989): *Sparaxis*. - In: Halevy, A.H. (Hrsg.): Handbook of flowering, volume 4, CRC Press, Boca Raton, Florida, 380-381.
- WILKINS, H.F. und ERWIN, J.E. (1998): Necessary considerations to introduce a new taxa. *Acta Horticulturae*, 454: 81-83.
- WULSTER, G.J., CARTWRIGHT, S. und GIANFAGNA, T.J. (1989): The effects of greenhouse temperature and ancymidol concentration on height and flowering time of *Freesia hybrida* grown as container plant. *Acta Horticulturae*, 252: 97-103.
- WULSTER, G.J. und GIANFAGNA, T.J. (1991): *Freesia hybrida* respond to ancymidol, cold storage of corms, and greenhouse temperatures. *HortScience*, 26 (10): 1276-1278.

## Anhang

### Inhaltsverzeichnis

<b>Anhang .....</b>	<b>180</b>
1. Karte der Flora Capensis .....	182
2. Liste der in den Literaturangaben untersuchten Sorten.....	186
3. Hormonelle Hintergründe zur Dormanz und ihrer Brechung bei <i>Freesia x hybrida</i> .....	188
4. Substratproben in den Versuchen 2005 und 2006 .....	190
5. Übersicht über die Verfahren der statistischen Auswertungen für die Daten der Versuche 2005 und 2006.....	191
6. Arithmetische Mittel (m), Standardabweichungen (s) und Variationskoeffizienten (s%) der untersuchten Merkmale Höhe (in cm) und Triebanzahl, sowie der Anteil generativer Pflanzen (% gen), die durchschnittliche Anzahl an Blü- tentrieben (m BT), an Blütenanlagen pro Blütentrieb (m Bl ges) und Blüten- trieblänge (m BTL) je blühender Pflanzen der Daten der Versuche 2005 .....	194
6.1. <i>Freesia laxa</i> .....	194
6.2. <i>Sparaxis-Hybriden</i> .....	196
6.3. <i>Tritonia deusta</i> .....	198
6.4. <i>Tritonia securigera</i> .....	199
7. Arithmetische Mittel (m), Standardabweichungen (s) und Variationskoeffizienten (s%) der untersuchten Merkmale Höhe (in cm) und Triebanzahl, sowie der Anteil generativer Pflanzen (% gen), die durchschnittliche Anzahl an Blü- tentrieben (m BT), an Blütenanlagen pro Blütentrieb (m Bl ges) und Blüten- trieblänge (m BTL) je blühender Pflanzen der Daten der Versuche 2006.....	201
7.1. <i>Freesia laxa</i> .....	201
7.1.1. Frühjahrssatz .....	201
7.1.2. Spätsommersatz.....	204

7.2. <i>Sparaxis-Hybriden</i> .....	207
7.2.1 Frühjahrssatz .....	207
7.2.2. Spätsommersatz.....	209
7.3. <i>Tritonia deusta</i> .....	212
7.3.1 Frühjahrssatz .....	212
7.3.2. Spätsommersatz.....	215
7.4. <i>Tritonia securigera</i> .....	218
7.4.1. Frühjahrssatz .....	218
7.4.2. Spätsommersatz.....	220
8. Mikroskopisch festgestellte Stadien der Infloreszenzentwicklung der <i>Sparaxis-Hybriden</i> , <i>Tritonia deusta</i> , und <i>Tritonia securigera</i> .....	223
8.1. <i>Sparaxis-Hybriden</i> .....	223
8.2. <i>Tritonia deusta</i> .....	224
8.3. <i>Tritonia securigera</i> .....	226
9. Berechnung der den Versuchspflanzen zugeführten Reinnährstoffmengen während der Versuche 2006.....	228
9.1. Reinnährstoffanteile der Verbindungen .....	228
9.2. Düngung mit Plantacote Depot 8M .....	228
9.3. Flüssigdüngung mit Kristalon Weiß .....	229
10. Klimadaten zu den Versuchen .....	231
10.1. Versuche 2005 .....	231
10.2. Versuche 2006.....	232



**Abbildungsverzeichnis Anhang**

Abb. A 1: Übersicht über das Kapländische Florenreich (S. 185)

Abb. A 2: Stadium I bei *Sparaxis*-Hybriden (S. 223)

Abb. A 3: Stadium II bei *Sparaxis*-Hybriden (S. 223)

Abb. A 4: Stadium Bo bei *Sparaxis*-Hybriden (S. 224)

Abb. A 5: Stadium A bis P<sub>1</sub> bzw. P<sub>2</sub> bei *Sparaxis*-Hybriden (S. 224)

Abb. A 6: Stadium Pr bei *Tritonia deusta* (S. 224)

Abb. A 7: Stadium Br bei *Tritonia deusta* (S. 225)

Abb. A 8: Stadium Bo bei *Tritonia deusta* (S. 225)

Abb. A 9: Stadium A bis P<sub>1</sub> bzw. P<sub>2</sub> bei *Tritonia deusta* (S. 225)

Abb. A 10: Stadium I bei *Tritonia securigera* (S. 226)

Abb. A 11: Stadium II bei *Tritonia securigera* (S. 226)

Abb. A 12: Stadium Bo bei *Tritonia securigera* (S. 226)

Abb. A 13: Stadium A bis P<sub>1</sub> bzw. P<sub>2</sub> bei *Tritonia securigera* (S. 227)

Abb. A 14: Durchschnittliche Außentemperaturwerte um 14 und 24 Uhr für die Kalenderwochen des Zeitraumes der Versuche 2005 (S. 231)

Abb. A 15: Durchschnittliche Außentemperaturwerte um 14 und 24 Uhr für die Kalenderwochen des Zeitraumes der Versuche 2006 (S. 232)

**Tabellenverzeichnis Anhang**

Tab. A 1: Ergebnisse der Untersuchungen der Substratproben für die verschiedenen Pflanzsätze der Versuche 2005 und 2006 (S. 190)

Tab. A 2: Übersicht über die Verfahren der statistischen Auswertungen für die Daten des Anfangssatzes der Versuche 2005 (S. 191)

Tab. A 3: Übersicht über die Verfahren der statistischen Auswertungen für die Daten des Frühjahrssatzes der Versuche 2006 (S. 192)

Tab. A 4: Übersicht über die Verfahren der statistischen Auswertungen für die Daten des Spätsommersatzes der Versuche 2006 (S. 193)

Tab. A 5: Anfangssatz *Freesia laxa*: Merkmal Höhe (S. 194)

Tab. A 6: Anfangssatz *Freesia laxa*: Merkmal Triebanzahl (S. 195)

Tab. A 7: Anfangssatz *Sparaxis*-Hybriden: Merkmal Höhe (S. 196)

Tab. A 8: Anfangssatz *Sparaxis*-Hybriden: Merkmal Triebanzahl (S. 197)

Tab. A 9: Anfangssatz *Tritonia deusta*: Merkmale Höhe und Triebanzahl (S. 198)

Tab. A 10: Anfangssatz *Tritonia securigera*: Merkmal Höhe (S. 199)

Tab. A 11: Anfangssatz *Tritonia securigera*: Merkmal Triebanzahl (S. 200)

Tab. A 12: Frühjahrssatz *Freesia laxa*: Merkmal Höhe (S. 201)

Tab. A 13: Frühjahrssatz *Freesia laxa*: Merkmal Triebanzahl (S. 202)

Tab. A 14: Frühjahrssatz *Freesia laxa*: Merkmal Blüte (S. 203)

Tab. A 15: Spätsommersatz *Freesia laxa*: Merkmal Höhe (S. 204)

Tab. A 16: Spätsommersatz *Freesia laxa*: Merkmal Triebanzahl (S. 205)

Tab. A 17: Spätsommersatz *Freesia laxa*: Merkmal Blüte (S. 206)

Tab. A 18: Frühjahrssatz *Sparaxis*-Hybriden: Merkmal Höhe (S. 207)

Tab. A 19: Frühjahrssatz *Sparaxis*-Hybriden: Merkmal Triebanzahl (S. 208)

Tab. A 20: Spätsommersatz *Sparaxis*-Hybriden: Merkmal Höhe (S. 209)

Tab. A 21: Spätsommersatz *Sparaxis*-Hybriden: Merkmal Triebanzahl (S. 210)

Tab. A 22: Spätsommersatz *Sparaxis*-Hybriden: Merkmal Blüte (S. 211)

Tab. A 23: Frühjahrssatz *Tritonia deusta*: Merkmal Höhe (S. 212)

Tab. A 24: Frühjahrssatz *Tritonia deusta*: Merkmal Triebanzahl (S. 213)

Tab. A 25: Frühjahrssatz *Tritonia deusta*: Merkmal Blüte (S. 214)

Tab. A 26: Spätsommersatz *Tritonia deusta*: Merkmal Höhe (S. 215)

Tab. A 27: Spätsommersatz *Tritonia deusta*: Merkmal Triebanzahl (S. 216)

Tab. A 28: Spätsommersatz *Tritonia deusta*: Merkmal Blüte (S. 217)

Tab. A 29: Frühjahrssatz *Tritonia securigera*: Merkmal Höhe (S. 218)

Tab. A 30: Frühjahrssatz *Tritonia securigera*: Merkmal Triebanzahl (S. 219)

Tab. A 31: Spätsommersatz *Tritonia securigera*: Merkmal Höhe (S. 220)

Tab. A 32: Spätsommersatz *Tritonia securigera*: Merkmal Triebanzahl (S. 221)

Tab. A 33: Spätsommersatz *Tritonia securigera*: Merkmal Blüte (S. 222)

## 1. Karte der Flora Capensis



Abb. A 1: Übersicht über das Kapländische Florenreich (hell hervorgehoben) [nach VAN WYK und SMITH (2001)]

## 2. Liste der in den Literaturangaben untersuchten Sorten

BERGHOEF und ZEVENBERGEN (1990): ‘Riande’

BHATTARCHAJEE (1984): ‘Friendship’

BRØNDUM, (1989): ‘Blue Heaven’, ‘Blue Navy’, ‘Golden Melody’, ‘Jessica’, ‘Pink Westland’ und ‘Polaris’

COCOZZA-TALIA (1983): ‘Blue Heaven’ und ‘Miranda’

DOORDUIN (1992): ‘Blue Heaven’

GILBERTSON-FERRISS et al. (1981a): ‘Maria’ und ‘Moya’

GILBERTSON-FERRISS et al. (1981c): ‘Royal Crown’

HALEVY und SHILLO (1970): ‘Sans Souci’

HALEVY et al. (1984): *Gladiolus nanus* und *Gladiolus colvillei* Kultivare, sowie Amerikanische Pixiolas

HIRAI et al. (1996): ‘Rijnveld’s Golden Yellow’

HOSOKI (1985): ‘Charm’

IMANISHI und FORTANIER (1983): ‘Aurora’ und ‘Royal Blue’

IMANISHI und BERGHOEF (1986): ‘Ballerina’

IMANISHI et al. (2002): ‘Bride’, ‘Robinetta’, ‘Impressive’, ‘Charming Beauty’, ‘Elvira’, ‘Amanda Mahy’ und ‘Comet’

LEE et al. (2003a): ‘Yvonne’

LEE et al. (2003b): ‘Yvonne’

MOTOZU und TAKATSU (1997): ‘Elegance’

ROH et al. (1995): *Lachenalia aloides* ‘Pearsonii’ und ‘Ronina’

ROH und JOUNG (2004): Hybride '372-2'

SHILLO und HALEVY (1976): 'Sans Souci', 'Spic and Span' und 'Dr. Fleming'

STARTEK (2002): 'Pinokkio', 'Popey', 'Smarty' und 'Suzy'

STARTEK und ZURAWIK (2005): 'Popey', 'Suzy' und 'Gompey'

SUH et al. (1997): *Lachenalia* 'Pearsonii'

WULSTER et al. (1989): 'Stella', 'Aurora' und 'Uchida'

WULSTER und GIANFAGNA (1991): 'Stella', 'Royal Blue' und 'Uchida'

### 3. Hormonelle Hintergründe zur Dormanz und ihrer Brechung bei *Freesia x hybrida*

Zu den phytohormonellen Hintergründen der Dormanz und ihrer Brechung gibt es bis auf die bereits aufgeführten Wirkungen einer Ethylenbehandlung nur begrenzt Ergebnisse. So wurde von GILBERTSON-FERRISS et al. (1981a) der Einfluss von  $\beta$ -Indolylessigsäure (IES bzw. IAA), Abscisinsäure (ABS bzw. ABA) und konjugierter Abscisinsäure<sup>1</sup> auf den Austrieb den Knollen untersucht.  $\beta$ -Indolylessigsäure gehört zu der Gruppe der Auxine, die auch Wachstumsstoffe genannt werden. Diese stimulieren in der Pflanze die Synthese von Ribonucleinsäuren und Proteinen, so dass die Bildung verschiedener Enzyme gefördert wird, die Grundlage der Wachstumsprozesse ist. Sie wirken hauptsächlich beim Streckungswachstum, aber auch bei der Zellteilung und der Apikaldominanz (SITTE et al. 1998). Die Bildung der Auxine findet vor allem im Sprossvegetationskegel und in den jungen Blättern statt, sowie auch in jungen Samen (JANSEN et al. 1998). Abscisine wirken dagegen als Gegenspieler der Wuchsstoffe, da sie die Bildung kohlenhydratabbauender Enzyme hemmen und somit die Energiefreisetzung innerhalb der Pflanze verhindern (JANSEN et al. 1998). Die Ruheperiode bei Samen und Knospen wird durch Abscisinsäure eingeleitet. GILBERTSON-FERRISS et al. (1981a) stellten in ihren Versuchen zwar verschiedene Austriebsstärken bei den Sorten fest, diese wiesen aber alle ähnliche Gehalte an IES, ABS und konjugierter ABS auf. Zu vergleichbaren Gehalten der drei untersuchten Pflanzenhormone kamen die Autoren auch, als sie Knollen die 13 Wochen lang bei 2 °C und bei 30 °C gelagert hatten, analysierten. Nur nach der Pflanzung kam es zu einer Abnahme der IES-Konzentration in den Knollen. Ein deutlicher Anstieg aller drei Verbindungen zeigte sich nur in den während einer Verpuppung neu entstehenden Tochterknollen. Dabei konnten die Autoren nicht erklären, ob diese Hormone aus der Mutterknolle in die Tochterknolle verlagert oder in der Tochterknolle neu synthetisiert wurden. Entgegen der allgemeinen

---

<sup>1</sup> meist ein Glucosid, physiologisch inaktiv, wahrscheinlich eine Speicherform von Abscisinsäure (SITTE et al. 1998)

Auffassung, dass Abscisine das Wachstum verhindern und die Dormanz fördern, meinen GILBERTSON-FERRISS et al. (1981a), dass ABS bei Freesienknollen das Wachstum der sich bei der Verpuppung bildenden Tochterknolle fördert. Sie vermuten, dass ABS eine wichtige Rolle bei der Verlagerung von Stoffwechselprodukten bei der Knollenbildung von Freesien haben könnte. LEE et al. (2003a) fanden heraus, dass sowohl bei verpuppungsinduzierenden als auch bei nicht verpuppungsinduzierenden Lagerungstemperaturen die ABS-Konzentration innerhalb der ersten drei Monate der Lagerung abnahm. Bei verpuppungsinduzierenden Temperaturen nahm die ABS-Konzentration in den jeweiligen Knollen im vierten bis fünften Monat der Lagerung wieder zu. Sie blieb bei den Knollen, die unter nicht verpuppungsinduzierenden Temperaturen gelagert wurden, gleich gering. Dieser Anstieg der ABS-Konzentration bei den sich verpuppenden Knollen stellen die Autoren in Verbindung mit dem Aufbau der Dormanz in den sich neu bildenden Knollen.

Bei einem Vergleich der Konzentrationen von IES, ABS und konjugierter ABS im Vegetationskegel der Hauptknospe vor und nach 13wöchiger Lagerung von Freesienknollen bei 30 °C fanden sich keine Unterschiede in der Konzentration des untersuchten Auxins, jedoch eine Abnahme der ABS-Konzentration um fast 75 % (GILBERTSON-FERRISS et al. 1981d). Letztere wirkt sich, so die Autoren, förderlich auf ein schnelles Längewachstum des Austriebs aus. Der Gehalt an konjugierter ABS änderte sich nicht signifikant während der durchgeführten Lagerung. GILBERTSON-FERRISS et al. (1981d) merken an, dass die Regulation des Austriebs in Freesienknollen wahrscheinlich von mehr als einem Pflanzenhormon gesteuert wird.



#### 4. Substratproben in den Versuchen 2005 und 2006

Tab. A 1: Ergebnisse der Untersuchungen der Substratproben für die verschiedenen Pflanzsätze der Versuche 2005 und 2006

Pflanzsatz	Probennr.	pH-Wert	Salzgehalt (g KCl/l)
Anfangssatz	1	6,5	0,72
	2	6,6	0,75
Wintersatz	1	6,2	0,91
Frühjahrssatz	1	6,3	0,56
	2	6,8	0,73
	3	6,3	0,60
	4	6,4	0,54
	5	6,4	0,66
	6	6,2	0,87
	7	6,3	0,59
Spätsommersatz	1	6,3	0,79
	2	6,4	1,00
	3	6,2	0,60
	4	6,4	0,48
	5	6,6	0,39
	6	6,9	0,68
	7	6,6	0,39
	8	6,6	0,47

## 5. Übersicht über die Verfahren der statistischen Auswertungen für die Daten der Versuche 2005 und 2006

Tab. A 2: Übersicht über die Verfahren der statistischen Auswertungen für die Daten des Anfangssatzes der Versuche 2005

Satz und Art	Merkmal und Termin	Anzahl Prüfglieder	Varianzhomogenität [abs(Res)] P-Wert	Normalverteilung [Res] P-Wert	Varianzanalyse	P-Wert Varianzanalyse	Anschluss-test
<b>Anfangssatz:</b>							
<i>Freesia laxa</i>	Höhe KW 13	2	0,8933	0,2181	F-Test/t-Test	0,3262	/
	Triebe KW 13	2	0,0433	0,0581	approximativer t-Test	0,4827	/
<i>Sparaxis</i> -Hybriden	Höhe KW 42	2	0,1451	0,5352	F-Test/t-Test	0,4076	/
	Triebe KW 42	2	0,0157	0,0296	Kruskal-Wallis-Test	0,5027	/
<i>Tritonia securigera</i>	Höhe KW 03	2	0,5565	< 0,01	Kruskal-Wallis-Test	0,1578	/
	Triebe KW 03	2	0,1803	0,2943	F-/t-Test	0,0812	/

Tab. A 3: Übersicht über die Verfahren der statistischen Auswertungen für die Daten des Frühjahrssatzes der Versuche 2006

Satz und Art	Merkmal und Termin	Anzahl Prüfglieder	Varianzhomogenität [abs(Res)] P-Wert	Normalverteilung [Res] P-Wert	Varianzanalyse	P-Wert Varianzanalyse	Anschluss-test
<b>Frühjahrssatz:</b> <i>Freesia laxa</i>  (Var. 1+4+5)	Höhe KW 42	8	0,0295	< 0,01	Kruskal-Wallis-Test	0,0000	Nemenyi
	Triebe KW 42	8	0,0984	0,0000	Kruskal-Wallis-Test	0,0177	Mann-Whitney
	Bl.triebe <sup>1</sup> KW 42	5	0,1543	0,0000	Kruskal-Wallis-Test	0,9170	/
	Bl.zahl <sup>2</sup> KW 42	5	0,1203	0,0000	Kruskal-Wallis-Test	0,0028	Nemenyi
	Höhe KW 33	3	0,3866	0,0017	Kruskal-Wallis-Test	0,8092	/
	Triebe KW 33	3	0,9832	0,0346	Kruskal-Wallis-Test	0,0444	Nemenyi
<i>Sparaxis</i> -Hybriden	Höhe KW 30	9	0,3302	0,5222	F-Test	0,0000	Tukey
	Triebe KW 30	9	0,1273	< 0,01	Kruskal-Wallis-Test	0,4372	/
<i>Tritonia deusta</i>	Höhe KW 30	9	0,4485	0,1165	F-Test	0,0000	Tukey
	Triebe KW 30	9	0,7267	< 0,01	Kruskal-Wallis-Test	0,4902	/
<i>Tritonia securigera</i>  (Var. 1+4) (Var. 1+4)	Höhe KW 39	8	0,5710	0,4847	F-Test	0,0000	Tukey
	Triebe KW 39	8	0,0495	0,0415	Kruskal-Wallis-Test	0,0000	Nemenyi
	Höhe KW 33	2	0,5191	0,3891	F-Test/t-Test	0,0363	/
	Triebe KW 33	2	0,0718	0,0001	Kruskal-Wallis-Test	0,0491	/

<sup>1</sup> Bl.triebe = Anzahl der Blütentriebe<sup>2</sup> Bl.zahl = Blütenanzahl pro Blütentrieb

Tab. A 4: Übersicht über die Verfahren der statistischen Auswertungen für die Daten des Spätsommersatzes der Versuche 2006

Satz und Art	Merkmal und Termin	Anzahl Prüfglieder	Varianzhomogenität [abs(Res)] P-Wert	Normalverteilung [Res] P-Wert	Varianzanalyse	P-Wert Varianzanalyse	Anschluss-test
<b>Spätsommersatz:</b> <i>Freesia laxa</i>	Höhe KW 07	9	0,1629	0,5350	F-Test	0,0000	Tukey
	Triebe KW 03	9	0,5604	0,0002	Kruskal-Wallis-Test	0,0371	Mann-Whitney
	(mit Var. 5) Bl.triebe <sup>1</sup> KW 07	8	0,3357	0,0000	Kruskal-Wallis-Test	0,0276	Mann-Whitney
	(ohne Var. 5) Bl.zahl <sup>2</sup> KW 07	7	0,8713	0,0000	Kruskal-Wallis-Test	0,0000	Nemenyi
<i>Sparaxis</i> -Hybriden	Höhe KW 07	9	0,0243	0,8868	Kruskal-Wallis-Test	0,0000	Nemenyi
	Triebe KW 03	9	0,7064	0,0063	Kruskal-Wallis-Test	0,0032	Nemenyi
	Bl.triebe KW 07	2	0,0409	0,1611	approximativer t-Test	0,0000	/
	Bl.zahl KW 07	2	0,0001	0,0000	Kruskal-Wallis-Test	0,0000	/
<i>Tritonia deusta</i>	Höhe KW 07	9	0,0166	0,4541	Kruskal-Wallis-Test	0,0000	Nemenyi
	Triebe KW 03	9	0,2143	0,0005	Kruskal-Wallis-Test	0,0226	Mann-Whitney
	Bl.triebe KW 07	6	0,0052	0,0000	Kruskal-Wallis-Test	0,0164	Mann-Whitney
	Bl.zahl KW 07	6	0,0000	0,0000	Kruskal-Wallis-Test	0,0000	Nemenyi
<i>Tritonia securigera</i>	Höhe KW 07	9	0,2476	0,7337	F-Test	0,0000	Tukey
	Triebe KW 03	9	0,0030	0,0100	Kruskal-Wallis-Test	0,0000	Mann-Whitney
	Bl.triebe KW 07	2	0,0424	0,0000	Kruskal-Wallis-Test	0,0337	/
	Bl.zahl KW 07	2	0,0138	0,0048	Kruskal-Wallis-Test	0,0000	/

<sup>1</sup> Bl.triebe = Anzahl der Blütentriebe<sup>2</sup> Bl.zahl = Blütenanzahl pro Blütentrieb

**6. Arithmetische Mittel (m), Standardabweichungen (s) und Variationskoeffizienten (s%) der untersuchten Merkmale Höhe (in cm) und Triebanzahl, sowie der Anteil generativer Pflanzen (% gen), die durchschnittliche Anzahl an Blütentrieben (m BT), an Blütenanlagen pro Blütentrieb (m Bl ges) und Blütentrieblänge (m BTL) je blühender Pflanzen der Daten der Versuche 2005**

**6.1. *Freesia laxa***

Tab. A 5: Anfangssatz *Freesia laxa*: Merkmal Höhe

Bonitur		<i>Freesia laxa</i>	Bonitur		<i>Freesia laxa</i>	<i>Freesia laxa</i> wöchentlich gedüngt
KW 32	m	12,13	KW 40	m	23,64	24,17
	s	5,82		s	2,71	2,17
	s%	47,97		s%	11,45	8,97
KW 34	m	17,10	KW 42	m	23,50	25,42
	s	4,26		s	1,76	2,39
	s%	24,91		s%	7,48	9,41
KW 36	m	20,44	KW 44	m	24,59	28,75
	s	2,96		s	1,91	3,14
	s%	14,50		s%	7,75	10,91
KW 38	m	21,62	KW 46	m	26,29	28,42
	s	2,88		s	5,18	3,80
	s%	13,32		s%	19,71	13,38
			KW 48	m	33,81	34,67
				s	4,85	3,98
				s%	14,34	11,49
			KW 50	m	43,53	43,00
				s	6,30	4,94
				s%	14,47	11,48
			KW 52	m	51,53	49,08
				s	5,37	6,71
				s%	10,42	13,67
			KW 01	m	59,60	53,33
				s	6,40	7,73
				s%	10,74	14,49
			KW 03	m	62,21	56,50
				s	6,61	8,66
				s%	10,63	15,33
			KW 05	m	62,43	59,67
				s	5,68	9,24
				s%	9,10	15,48
			KW 07	m	60,57	64,50
				s	7,86	14,18
				s%	12,98	21,98
			KW 09	m	61,07	58,17
				s	7,42	8,26
				s%	12,14	14,19
			KW 11	m	60,93	58,92
				s	7,30	8,74
				s%	11,98	14,84
			KW 13	m	60,07	57,17
				s	7,64	7,03
				s%	12,72	12,30

Tab. A 6: Anfangssatz *Freesia laxa*: Merkmal Triebanzahl

Bonitur		<i>Freesia laxa</i>	<i>Freesia laxa</i> wöchentlich gedüngt
KW 32	m	2,77	
	s	1,77	
	s%	63,88	
KW 34	m	3,56	
	s	2,53	
	s%	71,04	
KW 36	m	3,79	
	s	3,00	
	s%	79,10	
KW 38	m	3,95	
	s	2,91	
	s%	73,87	
KW 40	m	3,88	4,08
	s	3,15	1,83
	s%	81,27	44,86
KW 42	m	4,44	4,33
	s	3,76	2,06
	s%	84,62	47,53
KW 44	m	4,44	4,25
	s	3,76	2,01
	s%	84,62	47,19
KW 46	m	5,29	4,45
	s	3,48	2,02
	s%	65,69	45,30
KW 48	m	5,81	5,08
	s	4,31	2,31
	s%	74,12	45,53
KW 50	m	6,00	5,92
	s	4,17	2,57
	s%	69,58	43,52
KW 52	m	6,47	6,50
	s	4,81	3,34
	s%	74,36	51,44
KW 01	m	6,53	6,42
	s	4,12	3,09
	s%	63,07	48,13
KW 03	m	6,93	5,92
	s	4,60	2,43
	s%	66,37	41,06

## 6.2. *Sparaxis*-Hybriden

Tab. A 7: Anfangssatz *Sparaxis*-Hybriden: Merkmal Höhe

Bonitur		<i>Sparaxis</i> -Hybriden	<i>Sparaxis</i> -Hybriden wöchentlich gedüngt
KW 28	m	10,28	
	s	3,44	
	s%	33,51	
KW 30	m	18,14	
	s	4,66	
	s%	25,72	
KW 32	m	23,38	
	s	5,23	
	s%	22,36	
KW 34	m	27,24	
	s	4,37	
	s%	16,04	
KW 36	m	27,84	
	s	4,44	
	s%	15,95	
KW 38	m	28,24	
	s	4,78	
	s%	16,91	
KW 40	m	27,51	28,42
	s	4,92	5,16
	s%	17,89	18,16
KW 42	m	29,60	28,17
	s	4,24	6,01
	s%	14,33	21,35
KW 44	m		26,92
	s		7,66
	s%		28,45
KW 46	m		27,83
	s		7,40
	s%		26,57
KW 48	m		30,25
	s		10,21
	s%		33,75
KW 50	m		31,83
	s		12,75
	s%		40,05
KW 52	m		37,91
	s		16,58
	s%		43,74
KW 01	m		40,10
	s		16,68
	s%		41,59

Tab. A 8: Anfangssatz *Sparaxis*-Hybriden: Merkmal Triebanzahl

Bonitur		<i>Sparaxis</i> -Hybriden	<i>Sparaxis</i> -Hybriden wöchentlich gedüngt
KW 28	m	2,61	
	s	0,83	
	s%	31,94	
KW 30	m	3,12	
	s	0,98	
	s%	31,36	
KW 32	m	3,24	
	s	0,98	
	s%	30,35	
KW 34	m	3,37	
	s	0,90	
	s%	26,83	
KW 36	m	3,23	
	s	0,98	
	s%	30,49	
KW 38	m	3,01	
	s	1,03	
	s%	34,17	
KW 40	m	3,01	3,17
	s	1,05	1,11
	s%	34,75	35,20
KW 42	m	3,00	3,17
	s	0,76	1,19
	s%	25,46	37,69
KW 44	m		2,92
	s		1,00
	s%		34,16
KW 46	m		3,17
	s		1,27
	s%		40,02
KW 48	m		3,17
	s		2,08
	s%		65,74
KW 50	m		3,00
	s		2,30
	s%		76,54
KW 52	m		3,00
	s		2,10
	s%		69,92
KW 01	m		3,00
	s		2,11
	s%		70,27



**6.3. *Tritonia deusta***Tab. A 9: Anfangssatz *Tritonia deusta*: Merkmal Höhe und Triebanzahl

Bonitur		<i>Tritonia deusta</i> Höhe	<i>Tritonia deusta</i> Triebanzahl
KW 30	m	13,59	5,05
	s	4,31	1,93
	s%	31,68	38,21
KW 32	m	19,12	5,37
	s	5,94	1,95
	s%	31,06	36,24
KW 34	m	17,12	3,72
	s	4,89	1,70
	s%	28,58	45,59
KW 36	m	20,26	3,68
	s	3,66	1,60
	s%	18,08	43,44
KW 38	m	21,29	3,65
	s	3,48	1,37
	s%	16,33	37,47
KW 40	m	21,18	3,59
	s	3,83	1,42
	s%	18,08	39,48
KW 42	m	22,00	3,60
	s	3,18	1,30
	s%	14,48	36,07
KW 44	m	18,93	3,79
	s	3,25	1,31
	s%	17,15	34,64
KW 46	m	18,50	4,07
	s	3,03	1,38
	s%	16,39	34,01
KW 48	m	20,14	3,57
	s	3,76	1,40
	s%	18,66	39,16
KW 50	m	22,07	3,43
	s	3,73	1,91
	s%	16,90	55,71
KW 52	m	25,57	3,50
	s	4,48	1,79
	s%	17,54	51,05
KW 01	m	27,14	3,50
	s	4,66	1,79
	s%	17,15	51,05

**6.4. *Tritonia securigera***Tab. A 10: Anfangssatz *Tritonia securigera*: Merkmal Höhe

Bonitur		<i>Tritonia securigera</i>	<i>Tritonia securigera</i> wöchentlich gedüngt
KW 30	m	14,29	
	s	5,42	
	s%	37,92	
KW 32	m	22,54	
	s	5,38	
	s%	23,88	
KW 34	m	27,85	
	s	5,05	
	s%	18,13	
KW 36	m	31,82	
	s	4,78	
	s%	15,02	
KW 38	m	33,44	
	s	4,61	
	s%	13,79	
KW 40	m	33,82	31,33
	s	4,73	3,31
	s%	13,98	10,57
KW 42	m	34,05	31,67
	s	4,17	3,45
	s%	12,26	10,88
KW 44	m	31,52	30,67
	s	4,02	3,58
	s%	12,74	11,66
KW 46	m	31,54	32,83
	s	3,98	4,09
	s%	12,61	12,45
KW 48	m	34,73	36,83
	s	4,24	5,06
	s%	12,22	13,74
KW 50	m	39,42	42,25
	s	4,74	5,33
	s%	12,03	12,61
KW 52	m	42,40	44,00
	s	5,62	5,41
	s%	13,25	12,30
KW 01	m	44,92	43,75
	s	5,59	5,72
	s%	12,45	13,08
KW 03	m	45,43	47,42
	s	6,16	4,17
	s%	13,55	8,79

Tab. A 11: Anfangssatz *Tritonia securigera*: Merkmal Triebanzahl

Bonitur		<i>Tritonia securigera</i>	<i>Tritonia securigera</i> wöchentlich gedüngt
KW 30	m	5,30	
	s	1,80	
	s%	33,96	
KW 32	m	5,73	
	s	1,59	
	s%	27,65	
KW 34	m	5,94	
	s	1,59	
	s%	26,76	
KW 36	m	5,92	
	s	1,69	
	s%	28,50	
KW 38	m	5,65	
	s	1,74	
	s%	30,70	
KW 40	m	5,69	6,42
	s	1,85	1,51
	s%	32,60	23,46
KW 42	m	5,33	5,75
	s	1,46	1,48
	s%	27,31	25,82
KW 44	m	5,71	6,08
	s	1,70	1,51
	s%	29,67	24,74
KW 46	m	5,60	6,33
	s	1,76	1,78
	s%	31,52	28,03
KW 48	m	6,00	6,75
	s	1,92	2,14
	s%	31,95	31,66
KW 50	m	6,54	7,67
	s	2,38	3,06
	s%	36,43	39,85
KW 52	m	7,01	8,17
	s	2,57	2,59
	s%	36,71	31,69
KW 01	m	7,11	8,67
	s	2,88	3,52
	s%	40,52	40,67
KW 03	m	6,82	8,17
	s	2,40	2,95
	s%	35,19	36,11

**7. Arithmetische Mittel (m), Standardabweichungen (s) und Variationskoeffizienten (s%) der untersuchten Merkmale Höhe (in cm) und Triebanzahl, sowie der Anteil generativer Pflanzen (% gen), die durchschnittliche Anzahl an Blütentrieben (m BT), an Blütenanlagen pro Blütentrieb (m Bl ges) und Blütentrieblänge (m BTL) je blühender Pflanzen der Daten der Versuche 2006**

**7.1. *Freesia laxa***

**7.1.1. Frühjahrssatz**

Tab. A 12: Frühjahrssatz *Freesia laxa*: Merkmal Höhe

Bonitur		KW 24	KW 27	KW 30	KW 33	KW 42
Variante 1	m	12,03	12,63	14,68	17,69	25,67
	s	3,78	4,40	4,45	3,12	4,76
	s%	31,40	34,80	30,29	17,66	18,53
Variante 2	m	9,07	10,79	12,73	14,00	24,08
	s	3,48	4,06	2,86	3,03	3,85
	s%	38,42	37,65	22,44	21,62	16,00
Variante 3	m	3,70	10,62	12,12	13,36	20,21
	s	1,47	3,65	4,01	3,18	2,84
	s%	39,73	34,35	33,07	23,78	14,06
Variante 4	m	14,45	15,07	17,07	18,44	
	s	4,34	4,70	3,82	4,19	
	s%	30,03	31,23	22,37	22,74	
Variante 5	m	1,67	10,50	13,17	17,45	30,73
	s	1,03	3,37	5,34	4,06	3,17
	s%	61,97	32,14	40,56	23,25	10,30
Variante 8	m	11,32	12,92	14,05	16,00	24,48
	s	3,67	3,74	3,64	3,19	5,40
	s%	32,45	28,91	25,93	19,92	22,07
Variante 9	m	11,92	13,29	14,73	16,23	23,64
	s	3,99	3,75	3,71	2,97	4,13
	s%	33,47	28,23	25,21	18,31	17,46
Variante 10	m	12,77	14,24	16,09	17,40	26,07
	s	3,48	3,53	3,23	2,68	5,25
	s%	27,23	24,78	20,05	15,39	20,14
Variante 11	m	13,18	14,23	15,27	18,24	26,82
	s	2,81	3,96	3,88	3,13	4,84
	s%	21,31	27,80	25,39	17,15	18,04

Tab. A 13: Frühjahrssatz *Freesia laxa*: Merkmal Triebanzahl

Bonitur		KW 24	KW 27	KW 30	KW 33	KW 42
Variante 1	m	2,15	2,45	2,93	3,69	6,17
	s	1,05	1,20	1,46	1,49	3,01
	s%	48,82	49,09	49,81	40,31	48,80
Variante 2	m	2,17	2,86	3,28	3,62	4,81
	s	1,12	1,46	1,36	1,50	2,38
	s%	51,54	50,94	41,48	41,42	49,44
Variante 3	m	1,13	2,54	2,88	3,24	4,57
	s	0,35	1,17	1,33	1,36	1,56
	s%	31,07	45,95	46,16	41,94	34,21
Variante 4	m	2,41	2,50	3,32	3,88	
	s	1,30	1,38	1,59	1,39	
	s%	53,69	55,34	47,82	35,93	
Variante 5	m	1,33	2,10	2,58	2,55	
	s	0,82	1,37	1,51	1,37	
	s%	61,24	65,25	58,26	53,76	
Variante 8	m	2,35	3,26	3,24	4,10	5,05
	s	1,11	2,47	1,54	1,61	2,36
	s%	47,25	75,95	47,65	39,37	46,81
Variante 9	m	2,46	2,67	3,09	3,50	4,50
	s	1,22	1,51	1,64	1,53	2,19
	s%	49,42	56,53	52,94	43,79	48,76
Variante 10	m	2,91	3,18	3,52	4,07	5,29
	s	1,51	1,45	1,36	1,44	2,81
	s%	51,91	45,65	38,47	35,32	53,23
Variante 11	m	3,10	3,26	3,45	4,32	5,62
	s	1,48	1,31	1,37	1,60	3,19
	s%	47,80	40,27	39,71	37,15	56,85

Tab. A 14: Frühjahrssatz *Freesia laxa*: Merkmal Blüte

Bonitur		KW 30	KW 33	KW 36	KW 39	KW 42
Variante 1	% gen	0,00	0,00	8,33	13,89	13,89
	m BT			1,33	2,40	3,00
	m BTL			11,00	12,67	12,47
	m BI ges				8,25	7,00
Variante 2	% gen	0,00	0,00	0,00	2,56	8,11
	m BT				1,00	1,67
	m BTL				17,00	10,08
	m BI ges				6,00	7,75
Variante 3	% gen	0,00	0,00	9,52	42,86	45,23
	m BT			1,50	1,50	1,84
	m BTL			7,80	9,56	8,91
	m BI ges				4,48	4,41
Variante 4	% gen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	m BT					
	m BTL					
	m BI ges					
Variante 5	% gen	0,00	0,00	0,00	0,00	72,73
	m BT					1,78
	m BTL					9,94
	m BI ges					4,93
Variante 8	% gen	0,00	0,00	7,50	22,50	42,50
	m BT			1,00	1,56	1,88
	m BTL			9,33	12,79	11,00
	m BI ges				6,60	6,33
Variante 9	% gen	0,00	0,00	11,36	25,00	40,91
	m BT			1,00	1,73	1,67
	m BTL			9,40	13,16	11,67
	m BI ges				7,25	6,70
Variante 10	% gen	0,00	0,00	9,52	28,57	35,71
	m BT			1,75	1,83	2,20
	m BTL			10,57	10,09	10,82
	m BI ges				4,80	5,19
Variante 11	% gen	0,00	0,00	14,63	41,02	48,71
	m BT			1,17	1,50	2,05
	m BTL			12,14	11,58	9,97
	m BI ges			5,00	4,61	4,91

### 7.1.2. Spätsommersatz

Tab. A 15: Spätsommersatz *Freesia laxa*: Merkmal Höhe

Bonitur		KW 24	KW 27	KW 30	KW 33	KW 42
Variante 1	m	12,03	12,63	14,68	17,69	25,67
	s	3,78	4,40	4,45	3,12	4,76
	s%	31,40	34,80	30,29	17,66	18,53
Variante 2	m	9,07	10,79	12,73	14,00	24,08
	s	3,48	4,06	2,86	3,03	3,85
	s%	38,42	37,65	22,44	21,62	16,00
Variante 3	m	3,70	10,62	12,12	13,36	20,21
	s	1,47	3,65	4,01	3,18	2,84
	s%	39,73	34,35	33,07	23,78	14,06
Variante 4	m	14,45	15,07	17,07	18,44	
	s	4,34	4,70	3,82	4,19	
	s%	30,03	31,23	22,37	22,74	
Variante 5	m	1,67	10,50	13,17	17,45	30,73
	s	1,03	3,37	5,34	4,06	3,17
	s%	61,97	32,14	40,56	23,25	10,30
Variante 8	m	11,32	12,92	14,05	16,00	24,48
	s	3,67	3,74	3,64	3,19	5,40
	s%	32,45	28,91	25,93	19,92	22,07
Variante 9	m	11,92	13,29	14,73	16,23	23,64
	s	3,99	3,75	3,71	2,97	4,13
	s%	33,47	28,23	25,21	18,31	17,46
Variante 10	m	12,77	14,24	16,09	17,40	26,07
	s	3,48	3,53	3,23	2,68	5,25
	s%	27,23	24,78	20,05	15,39	20,14
Variante 11	m	13,18	14,23	15,27	18,24	26,82
	s	2,81	3,96	3,88	3,13	4,84
	s%	21,31	27,80	25,39	17,15	18,04

Tab. A 16: Spätsommersatz *Freesia laxa*: Merkmal Triebanzahl

Bonitur		KW 42	KW 45	KW 48	KW 51	KW 03
Variante 1	m	3,23	3,62	4,33	4,62	4,89
	s	1,27	1,47	1,56	1,54	1,75
	s%	39,45	40,71	36,02	33,43	35,76
Variante 2	m	2,59	3,67	3,93	4,10	4,32
	s	1,25	1,60	1,68	1,78	1,93
	s%	48,15	43,76	42,72	43,37	44,56
Variante 3	m	1,00	2,87	3,91	4,16	4,45
	s	0,00	1,06	1,93	2,23	2,41
	s%	0,00	36,80	49,27	53,66	54,05
Variante 4	m	3,21	3,48	4,00	4,29	4,00
	s	1,28	1,16	1,48	1,49	1,15
	s%	40,04	33,43	36,93	34,72	28,87
Variante 5	m	1,11	3,67	4,27	5,27	5,45
	s	0,33	1,37	1,68	1,68	1,97
	s%	30,00	37,38	39,29	31,84	36,08
Variante 6	m	2,45	2,97	3,38	3,55	3,73
	s	1,53	1,78	2,16	2,18	2,08
	s%	62,31	59,95	63,87	61,51	55,83
Variante 7	m	2,92	3,94	3,97	4,19	4,56
	s	1,36	1,72	1,95	1,94	2,06
	s%	46,63	43,68	49,15	46,34	45,27
Variante 9	m	2,65	3,25	3,58	3,77	3,61
	s	1,08	1,44	1,66	1,77	1,73
	s%	40,89	44,36	46,40	46,86	48,00
Variante 10	m	2,17	2,97	3,51	3,76	3,79
	s	1,23	1,38	1,65	2,02	2,10
	s%	56,47	46,54	47,00	53,55	55,52



Tab. A 17: Spätsommersatz *Freesia laxa*: Merkmal Blüte

Bonitur		KW 48	KW 51	KW 03	KW 07
Variante 1	% gen	0,00	0,00	0,00	42,86
	m BT				1,67
	m BTL				16,40
	m Bl ges				5,50
Variante 2	% gen	0,00	0,00	3,57	46,43
	m BT			2,00	1,62
	m BTL			4,50	20,95
	m Bl ges				7,63
Variante 3	% gen	0,00	0,00	6,45	74,19
	m BT			1,00	1,87
	m BTL			9,00	16,84
	m Bl ges				5,73
Variante 4	% gen	0,00	0,00	0,00	5,26
	m BT				1,00
	m BTL				6,00
	m Bl ges				
Variante 5	% gen	0,00	0,00	0,00	81,82
	m BT				1,33
	m BTL				11,82
	m Bl ges				9,33
Variante 6	% gen	2,94	50,00	75,76	93,94
	m BT	2,00	1,53	2,68	2,71
	m BTL	16,00	17,35	18,25	18,89
	m Bl ges	5,00	6,61	4,37	4,58
Variante 7	% gen	0,00	0,00	2,78	50,00
	m BT			1,00	1,61
	m BTL			12,00	18,55
	m Bl ges				8,35
Variante 9	% gen	0,00	0,00	3,03	39,39
	m BT			1,00	1,85
	m BTL			9,00	15,50
	m Bl ges				6,10
Variante 10	% gen	0,00	0,00	3,03	30,30
	m BT			1,00	1,70
	m BTL			3,00	13,71
	m Bl ges				7,73

## 7.2. *Sparaxis*-Hybriden

### 7.2.1 Frühjahrssatz

Tab. A 18: Frühjahrssatz *Sparaxis*-Hybriden: Merkmal Höhe

Bonitur		KW 24	KW 27	KW 30	KW 33
Variante 1	m	23,12	27,33	26,48	23,00
	s	3,06	3,73	3,43	3,39
	s%	13,24	13,65	12,97	14,74
Variante 2	m	16,02	22,37	23,03	21,44
	s	3,15	4,30	4,05	4,60
	s%	19,64	19,22	17,61	21,48
Variante 3	m	6,90	17,19	17,75	15,17
	s	3,11	5,17	4,23	2,79
	s%	45,10	30,10	23,83	18,37
Variante 4	m	24,46	28,24	26,89	26,13
	s	5,71	3,69	2,59	3,00
	s%	23,33	13,08	9,62	11,47
Variante 5	m	16,33	29,21	38,86	42,14
	s	1,84	2,83	3,30	3,30
	s%	11,26	9,70	8,50	7,83
Variante 8	m	22,55	25,66	25,65	22,29
	s	3,71	3,43	3,61	3,30
	s%	16,47	13,38	14,07	14,82
Variante 9	m	21,88	25,04	24,50	21,92
	s	3,57	3,91	3,25	3,65
	s%	16,33	15,62	13,28	16,67
Variante 10	m	22,90	26,08	25,95	25,20
	s	2,30	2,83	3,02	3,96
	s%	10,06	10,87	11,63	15,72
Variante 11	m	24,46	29,74	29,47	24,33
	s	3,99	4,66	4,46	5,75
	s%	16,29	15,68	15,14	23,63

Tab. A 19: Frühjahrssatz *Sparaxis*-Hybriden: Merkmal Triebanzahl

Bonitur		KW 24	KW 27	KW 30	KW 33
Variante 1	m	3,55	3,50	3,35	2,60
	s	0,89	0,78	0,88	1,14
	s%	25,06	22,41	26,15	43,85
Variante 2	m	3,42	3,39	3,35	3,44
	s	1,07	1,08	1,10	1,36
	s%	31,31	31,78	32,80	39,70
Variante 3	m	2,70	3,19	3,07	3,33
	s	0,84	0,75	0,90	0,82
	s%	31,08	23,41	29,29	24,49
Variante 4	m	3,46	3,59	3,71	3,75
	s	0,95	0,82	0,90	0,71
	s%	27,48	22,88	24,14	18,86
Variante 5	m	3,33	3,36	3,29	3,43
	s	0,90	0,93	0,91	1,02
	s%	26,99	27,67	27,81	29,64
Variante 8	m	3,33	3,36	3,24	2,86
	s	0,92	0,92	0,99	1,35
	s%	27,71	27,34	30,49	47,08
Variante 9	m	3,48	3,46	3,32	3,42
	s	0,81	0,84	0,70	0,79
	s%	23,40	24,22	21,16	23,21
Variante 10	m	3,39	3,35	3,36	3,20
	s	0,84	0,84	0,81	0,45
	s%	24,71	24,97	24,14	13,98
Variante 11	m	3,48	3,40	3,39	2,67
	s	1,01	1,12	1,18	1,21
	s%	29,17	33,08	34,76	45,41

### 7.2.2. Spätsommersatz

Tab. A 20: Spätsommersatz *Sparaxis*-Hybriden: Merkmal Höhe

Bonitur		KW 42	KW 45	KW 48	KW 51	KW 03	KW 07
Variante 1	m	14,95	24,02	37,18	42,15	43,80	43,75
	s	6,77	10,47	8,58	6,97	6,19	6,32
	s%	45,27	43,59	23,07	16,53	14,12	14,44
Variante 2	m	14,54	25,12	37,23	43,18	44,26	44,15
	s	5,40	8,72	6,19	7,12	6,93	5,93
	s%	37,16	34,72	16,62	16,50	15,66	13,42
Variante 3	m	2,68	18,59	32,68	38,24	39,32	39,81
	s	1,83	5,61	7,92	6,32	5,85	5,03
	s%	68,12	30,20	24,24	16,53	14,89	12,64
Variante 4	m	21,86	31,77	39,24	44,57	45,95	46,09
	s	6,63	8,37	8,29	8,11	7,77	8,14
	s%	30,33	26,36	21,12	18,19	16,92	17,66
Variante 5	m	11,00	20,38	28,46	32,67	34,33	34,42
	s	2,16	6,81	8,87	6,72	4,60	4,56
	s%	19,64	33,42	31,15	20,57	13,40	13,25
Variante 6	m	11,26	14,76	19,27	27,92	27,83	27,58
	s	8,41	11,12	13,69	10,24	10,36	9,51
	s%	74,69	75,32	71,04	36,68	37,24	34,48
Variante 7	m	18,00	29,20	40,73	46,27	49,19	51,09
	s	6,95	8,64	7,37	6,56	7,06	6,74
	s%	38,59	29,58	18,10	14,17	14,36	13,19
Variante 9	m	16,80	27,13	38,67	43,20	44,18	44,89
	s	5,00	4,38	5,35	5,50	5,79	5,80
	s%	29,78	16,15	13,84	12,72	13,10	12,91
Variante 10	m	17,80	27,51	38,93	42,51	44,80	44,40
	s	5,08	8,67	6,70	5,84	4,87	4,77
	s%	28,54	31,51	17,21	13,75	10,87	10,74

Tab. A 21: Spätsommersatz *Sparaxis*-Hybriden: Merkmal Triebanzahl

Bonitur		KW 42	KW 45	KW 48	KW 51	KW 03
Variante 1	m	3,43	3,40	3,60	3,63	3,43
	s	1,01	1,14	0,98	0,98	1,01
	s%	29,57	33,48	27,27	27,01	29,49
Variante 2	m	3,46	3,57	3,79	3,90	3,72
	s	0,84	1,15	1,00	1,21	1,05
	s%	24,18	32,22	26,48	31,03	28,24
Variante 3	m	2,32	3,62	3,74	3,74	3,35
	s	1,05	0,83	0,83	0,89	0,75
	s%	45,26	22,87	22,16	23,84	22,48
Variante 4	m	3,34	3,58	3,68	3,78	3,68
	s	1,01	1,36	1,31	1,13	0,99
	s%	30,19	38,07	35,71	29,78	27,01
Variante 5	m	3,40	3,62	3,69	3,83	3,75
	s	0,52	0,65	0,48	0,83	0,87
	s%	15,19	17,99	13,01	21,78	23,09
Variante 6	m	2,52	2,44	2,23	2,62	2,17
	s	1,12	1,08	1,34	1,26	1,03
	s%	44,53	44,39	60,29	48,21	47,53
Variante 7	m	3,31	3,62	3,75	3,77	3,56
	s	0,95	1,18	1,22	1,33	1,08
	s%	28,69	32,58	32,60	35,18	30,23
Variante 9	m	3,39	3,56	3,49	3,51	3,42
	s	1,00	1,06	0,94	1,01	0,94
	s%	29,47	29,71	27,07	28,88	27,50
Variante 10	m	3,73	3,72	4,02	3,98	3,93
	s	0,96	1,32	1,37	1,11	1,31
	s%	25,78	35,35	34,02	27,83	33,34

Tab. A 22: Spätsommersatz *Sparaxis*-Hybriden: Merkmal Blüte

Bonitur		KW 48	KW 51	KW 03	KW 07
Variante 1	% gen	0,00	5,00	12,50	12,50
	m BT		1,00	1,40	1,60
	m BTL		9,50	8,71	7,00
	m BI ges		1,50	1,43	1,75
Variante 2	% gen	0,00	0,00	0,00	2,56
	m BT				3,00
	m BTL				8,33
	m BI ges				1,67
Variante 3	% gen	0,00	0,00	0,00	0,00
	m BT				
	m BTL				
	m BI ges				
Variante 4	% gen	0,00	0,00	0,00	0,00
	m BT				
	m BTL				
	m BI ges				
Variante 5	% gen	0,00	8,33	75,00	75,00
	m BT		3,00	2,44	2,56
	m BTL		8,00	14,33	12,74
	m BI ges		2,33	1,81	1,86
Variante 6	% gen	0,00	7,69	8,33	8,33
	m BT		2,00	2,00	2,00
	m BTL		15,00	15,00	15,00
	m BI ges		2,00	1,50	1,50
Variante 7	% gen	2,27	31,82	72,10	93,02
	m BT	1,00	2,07	4,52	6,15
	m BTL	15,00	13,55	15,06	12,35
	m BI ges	4,00	2,86	2,93	2,82
Variante 9	% gen	0,00	2,22	13,33	13,33
	m BT		1,00	1,50	2,00
	m BTL		20,00	9,33	11,08
	m BI ges		4,00	1,78	1,58
Variante 10	% gen	0,00	0,00	7,32	7,50
	m BT			1,67	1,67
	m BTL			6,60	5,20
	m BI ges			1,40	1,40

### 7.3. *Tritonia deusta*

#### 7.3.1 Frühjahrssatz

Tab. A 23: Frühjahrssatz *Tritonia deusta*: Merkmal Höhe

Bonitur		KW 24	KW 27	KW 30	KW 33
Variante 1	m	14,55	18,48	19,91	23,21
	s	3,10	3,36	4,44	5,02
	s%	21,32	18,16	22,30	21,62
Variante 2	m	12,59	18,23	18,71	18,85
	s	3,24	3,74	4,40	4,22
	s%	25,77	20,50	23,49	22,40
Variante 3	m	6,60	15,26	15,10	17,76
	s	2,32	4,47	4,28	4,71
	s%	35,15	29,30	28,33	26,52
Variante 4	m	17,13	19,75	20,56	22,29
	s	4,66	3,60	3,32	3,20
	s%	27,23	18,21	16,16	14,36
Variante 5	m	9,07	13,89	18,50	20,25
	s	2,79	3,33	3,59	4,71
	s%	30,77	24,00	19,38	23,28
Variante 8	m	12,96	14,31	14,86	16,20
	s	3,12	3,84	3,11	2,62
	s%	24,10	26,85	20,93	16,15
Variante 9	m	14,12	16,54	16,75	16,38
	s	3,17	3,41	3,52	2,97
	s%	22,47	20,65	21,01	18,16
Variante 10	m	15,30	18,27	19,69	20,63
	s	3,60	4,58	5,33	4,50
	s%	23,56	25,06	27,08	21,82
Variante 11	m	14,18	17,50	18,40	18,20
	s	3,49	4,37	3,69	2,59
	s%	24,62	24,96	20,04	14,22

Tab. A 24: Frühjahrssatz *Tritonia deusta*: Merkmal Triebanzahl

Bonitur		KW 24	KW 27	KW 30	KW 33
Variante 1	m	2,88	2,48	2,48	2,37
	s	1,50	1,48	1,27	1,34
	s%	52,11	59,49	51,43	56,67
Variante 2	m	2,68	3,00	3,00	3,19
	s	1,20	1,49	1,47	1,50
	s%	44,61	49,52	48,86	46,90
Variante 3	m	1,74	2,47	2,67	2,90
	s	0,77	0,97	1,07	1,34
	s%	43,86	39,49	40,29	46,07
Variante 4	m	2,74	2,42	2,89	2,57
	s	1,21	1,38	1,54	1,51
	s%	44,33	57,06	53,19	58,79
Variante 5	m	2,47	2,22	2,63	2,63
	s	1,06	1,09	1,30	1,30
	s%	42,98	49,18	49,62	49,62
Variante 8	m	2,52	2,06	2,14	2,50
	s	1,23	1,18	1,17	1,78
	s%	48,92	57,28	54,47	71,18
Variante 9	m	2,70	2,69	2,67	2,13
	s	1,43	1,40	1,44	1,13
	s%	53,04	52,13	53,83	52,99
Variante 10	m	2,88	2,83	2,76	2,83
	s	1,24	1,39	1,24	1,13
	s%	43,04	49,12	45,08	39,86
Variante 11	m	2,60	2,25	2,20	1,80
	s	1,44	1,21	1,32	1,30
	s%	55,49	53,97	59,84	72,44



Tab. A 25: Frühjahrssatz *Tritonia deusta*: Merkmal Blüte

Bonitur		KW 27	KW 30	KW 33	KW 36
Variante 1	% gen	0,00	0,00	23,81	25,00
	m BT			1,20	1,20
	m BTL			13,83	
	m Bl ges			4,33	5,20
Variante 2	% gen	0,00	6,70	19,23	19,23
	m BT		1,00	1,00	1,00
	m BTL			13,80	
	m Bl ges			2,80	3,60
Variante 3	% gen	0,00	4,65	19,05	19,05
	m BT		1,00	1,00	1,00
	m BTL		12,00	14,00	
	m Bl ges			1,50	2,25
Variante 4	% gen	0,00	0,00	14,29	14,29
	m BT			1,00	1,00
	m BTL			15,00	
	m Bl ges			6,00	6,00
Variante 5	% gen	0,00	0,00	0,00	33,33
	m BT				1,00
	m BTL				5,00
	m Bl ges				
Variante 8	% gen	0,00	0,00	0,00	0,00
	m BT				
	m BTL				
	m Bl ges				
Variante 9	% gen	0,00	0,00	0,00	0,00
	m BT				
	m BTL				
	m Bl ges				
Variante 10	% gen	0,00	3,45	8,33	8,33
	m BT		1,00	1,00	1,00
	m BTL		18,00	17,00	
	m Bl ges		5,00	3,00	4,00
Variante 11	% gen	0,00	0,00	0,00	20,00
	m BT				1,00
	m BTL				
	m Bl ges				2,00

### 7.3.2. Spätsommersatz

Tab. A 26: Spätsommersatz *Tritonia deusta*: Merkmal Höhe

Bonitur		KW 42	KW 45	KW 48	KW 51	KW 03	KW 07
Variante 1	m	13,90	20,57	25,49	27,77	30,14	33,41
	s	4,19	4,23	4,29	4,19	4,07	5,18
	s%	30,14	20,56	16,83	15,07	13,51	15,50
Variante 2	m	11,86	19,77	26,15	29,02	31,43	32,97
	s	3,94	4,44	5,51	6,48	6,91	8,01
	s%	33,25	22,46	21,08	22,31	21,97	24,60
Variante 3	m	3,76	13,04	19,29	22,72	24,24	25,80
	s	1,86	2,92	4,31	5,43	6,36	7,96
	s%	49,40	22,41	22,35	23,91	26,24	30,87
Variante 4	m	20,06	29,13	33,10	33,78	35,56	37,28
	s	4,60	5,41	6,15	6,89	6,38	8,24
	s%	22,91	18,58	18,59	20,40	17,95	22,10
Variante 5	m	8,07	13,80	19,00	21,46	21,85	27,92
	s	2,79	3,26	4,02	3,36	3,76	6,05
	s%	34,58	23,59	21,15	15,64	17,21	21,66
Variante 6	m	10,85	14,22	17,65	19,38	24,30	24,50
	s	5,00	6,58	6,53	6,03	10,08	9,67
	s%	46,11	46,29	37,01	31,11	41,50	39,47
Variante 7	m	13,14	21,10	25,71	28,91	31,89	37,57
	s	3,75	4,26	4,67	4,74	6,48	9,65
	s%	28,56	20,18	18,15	16,39	20,31	25,69
Variante 9	m	13,10	19,25	23,09	25,65	29,56	31,60
	s	3,44	3,74	4,28	4,85	5,45	7,68
	s%	26,23	19,42	18,53	18,92	18,45	24,31
Variante 10	m	14,14	21,23	26,30	27,98	30,60	32,23
	s	3,88	4,91	4,83	5,07	5,75	7,11
	s%	27,46	23,12	18,38	18,12	18,77	22,05

Tab. A 27: Spätsommersatz *Tritonia deusta*: Merkmal Triebanzahl

Bonitur		KW 42	KW 45	KW 48	KW 51	KW 03
Variante 1	m	3,39	3,51	3,62	3,41	3,30
	s	1,44	1,53	1,70	1,40	1,46
	s%	42,53	43,59	46,82	41,15	44,18
Variante 2	m	3,06	3,35	3,43	3,13	3,11
	s	1,30	1,33	1,47	1,28	1,28
	s%	42,39	39,61	42,93	40,75	41,10
Variante 3	m	1,69	3,22	3,31	3,26	2,82
	s	0,75	1,30	1,39	1,44	1,13
	s%	44,28	40,17	41,85	44,13	40,18
Variante 4	m	3,48	3,67	3,66	3,63	3,24
	s	1,75	1,92	1,76	1,86	1,45
	s%	50,20	52,31	48,10	51,34	44,80
Variante 5	m	2,67	3,67	3,86	3,85	3,69
	s	1,54	1,80	1,88	1,86	1,80
	s%	57,86	49,08	48,62	48,46	48,68
Variante 6	m	2,85	2,81	2,96	2,90	2,30
	s	1,83	1,94	1,92	1,92	1,45
	s%	64,17	69,00	64,88	66,13	63,24
Variante 7	m	3,58	3,86	3,88	3,98	3,66
	s	1,68	1,72	1,62	1,80	1,52
	s%	46,91	44,59	41,66	45,23	41,59
Variante 9	m	3,32	3,44	3,48	3,30	3,28
	s	1,50	1,47	1,47	1,41	1,42
	s%	45,31	42,82	42,31	42,59	43,30
Variante 10	m	3,14	3,28	3,41	3,36	3,02
	s	1,27	1,31	1,38	1,37	1,28
	s%	40,56	40,10	40,30	40,60	42,39

Tab. A 28: Spätsommersatz *Tritonia deusta*: Merkmal Blüte

Bonitur		KW 48	KW 51	KW 03	KW 07
Variante 1	% gen	0,00	0,00	4,55	34,09
	m BT			1,00	1,47
	m BTL			3,00	18,23
	m Bl ges				7,00
Variante 2	% gen	0,00	0,00	9,09	29,55
	m BT			1,00	1,31
	m BTL			14,00	16,24
	m Bl ges				6,31
Variante 3	% gen	0,00	0,00	8,89	11,11
	m BT			1,00	1,00
	m BTL			17,50	21,60
	m Bl ges			7,67	7,20
Variante 4	% gen	0,00	0,00	0,00	20,00
	m BT				1,00
	m BTL				22,80
	m Bl ges				8,75
Variante 5	% gen	0,00	0,00	53,85	92,31
	m BT			1,29	1,50
	m BTL				16,28
	m Bl ges				7,50
Variante 6	% gen	0,00	33,33	45,00	45,00
	m BT		1,29	1,33	1,33
	m BTL		9,56	23,00	21,58
	m Bl ges			6,67	4,50
Variante 7	% gen	0,00	0,00	17,02	74,47
	m BT			1,25	2,23
	m BTL			15,60	17,59
	m Bl ges				14,43
Variante 9	% gen	0,00	2,33	11,63	37,21
	m BT		1,00	1,33	1,81
	m BTL		5,00	15,38	18,45
	m Bl ges			4,60	6,52
Variante 10	% gen	0,00	0,00	4,76	18,60
	m BT			1,00	1,13
	m BTL			5,50	18,11
	m Bl ges				6,83

## 7.4. *Tritonia securigera*

### 7.4.1. Frühjahrssatz

Tab. A 29: Frühjahrssatz *Tritonia securigera*: Merkmal Höhe

Bonitur		KW 24	KW 27	KW 30	KW 33	KW 39
Variante 1	m	12,86	21,68	29,00	32,95	40,47
	s	2,26	2,52	2,01	3,03	3,75
	s%	17,57	11,64	6,94	9,21	9,28
Variante 2	m	11,22	20,27	27,38	29,87	37,52
	s	1,78	1,83	2,08	2,53	4,21
	s%	15,83	9,05	7,60	8,48	11,23
Variante 3	m	3,24	17,79	25,02	27,57	35,71
	s	1,54	2,15	2,20	2,60	4,90
	s%	47,46	12,10	8,80	9,42	13,71
Variante 4	m	16,33	26,03	31,56	34,45	
	s	1,59	1,86	1,95	2,78	
	s%	9,76	7,15	6,18	8,07	
Variante 5	m	3,73	14,50	21,64	27,71	38,07
	s	1,44	2,07	1,95	2,92	4,97
	s%	38,51	14,25	8,99	10,54	13,05
Variante 8	m	12,54	19,94	26,08	29,64	38,02
	s	1,68	2,04	2,44	3,23	3,54
	s%	13,40	10,21	9,35	10,91	9,30
Variante 9	m	12,96	20,72	25,86	29,31	37,32
	s	1,47	1,93	2,89	3,41	3,72
	s%	11,34	9,30	11,19	11,63	9,97
Variante 10	m	12,08	21,20	27,85	29,53	32,83
	s	1,44	2,36	2,64	2,89	3,98
	s%	11,92	11,14	9,48	9,78	12,12
Variante 11	m	13,74	21,59	26,73	29,23	38,67
	s	1,63	2,32	3,42	3,33	3,78
	s%	11,84	10,73	12,79	11,39	9,77

Tab. A 30: Frühjahrssatz *Tritonia securigera*: Merkmal Triebanzahl

Bonitur		KW 24	KW 27	KW 30	KW 33	KW 39
Variante 1	m	3,55	3,63	3,65	3,92	5,50
	s	0,99	0,97	0,89	0,81	1,29
	s%	27,98	26,65	24,47	20,58	23,44
Variante 2	m	3,56	3,78	3,85	4,51	6,52
	s	1,16	1,25	1,07	1,08	1,89
	s%	32,68	33,00	27,81	23,96	29,05
Variante 3	m	1,60	3,44	3,53	3,72	4,33
	s	0,65	0,87	0,93	0,91	1,33
	s%	40,85	25,39	26,30	24,50	30,73
Variante 4	m	3,48	3,58	3,97	4,45	
	s	0,97	0,79	0,90	1,12	
	s%	27,90	22,14	22,61	25,17	
Variante 5	m	1,73	3,29	3,36	3,29	3,29
	s	0,70	0,83	0,84	0,83	0,83
	s%	40,60	25,12	25,08	25,12	25,12
Variante 8	m	3,68	3,73	3,85	4,40	6,39
	s	0,96	0,91	0,85	0,99	1,54
	s%	26,01	24,31	22,06	22,54	24,12
Variante 9	m	3,36	3,42	3,61	4,33	6,43
	s	0,83	0,86	0,84	0,95	1,79
	s%	24,62	25,13	23,17	21,99	27,87
Variante 10	m	3,58	3,76	3,73	3,91	4,83
	s	0,97	1,03	0,92	0,80	1,37
	s%	27,12	27,47	24,58	20,51	28,41
Variante 11	m	3,34	3,39	3,44	4,15	6,26
	s	1,00	1,00	0,80	0,75	1,42
	s%	30,01	29,40	23,17	18,11	22,70

### 7.4.2. Spätsommersatz

Tab. A 31: Spätsommersatz *Tritonia securigera*: Merkmal Höhe

Bonitur		KW 42	KW 45	KW 48	KW 51	KW 03	KW 07
Variante 1	m	14,39	20,41	28,08	35,06	39,31	39,11
	s	3,77	4,46	5,73	5,25	5,25	5,65
	s%	26,22	21,87	20,42	14,99	13,36	14,43
Variante 2	m	9,69	17,71	27,07	34,98	39,16	41,55
	s	3,05	3,01	3,42	4,23	4,36	3,71
	s%	31,46	16,97	12,62	12,09	11,13	8,93
Variante 3	m	1,75	10,58	18,07	24,84	28,95	29,62
	s	0,96	3,27	4,23	5,63	5,53	5,45
	s%	54,71	30,95	23,44	22,66	19,10	18,40
Variante 4	m	21,76	31,09	36,97	42,16	44,14	46,45
	s	4,62	5,13	4,85	6,23	5,67	4,93
	s%	21,22	16,49	13,12	14,78	12,86	10,60
Variante 5	m	3,83	12,08	19,17	27,67	32,67	38,08
	s	2,21	3,17	3,71	3,73	3,23	7,56
	s%	57,62	26,28	19,37	13,47	9,88	19,85
Variante 6	m	17,47	25,07	30,81	34,00	34,65	34,70
	s	3,77	3,74	3,38	3,90	4,59	4,61
	s%	21,58	14,91	10,95	11,46	13,24	13,29
Variante 7	m	15,64	22,45	30,23	38,31	46,24	46,29
	s	2,70	3,11	3,82	4,25	4,48	4,69
	s%	17,29	13,83	12,64	11,10	9,69	10,14
Variante 9	m	15,06	20,47	27,83	34,60	37,46	38,61
	s	3,13	3,01	3,76	3,40	3,59	4,49
	s%	20,78	14,69	13,50	9,83	9,59	11,62
Variante 10	m	14,10	19,12	25,68	32,82	37,08	37,82
	s	4,67	4,10	5,06	5,00	4,31	3,62
	s%	33,14	21,43	19,71	15,25	11,62	9,56

Tab. A 32: Spätsommersatz *Tritonia securigera*: Merkmal Triebanzahl

Bonitur		KW 42	KW 45	KW 48	KW 51	KW 03
Variante 1	m	3,71	4,00	4,00	3,94	3,91
	s	1,29	1,15	1,25	1,09	1,17
	s%	34,83	28,68	31,30	27,74	29,95
Variante 2	m	3,29	3,95	4,02	3,93	4,08
	s	1,04	1,10	1,01	0,94	0,94
	s%	31,73	27,91	25,15	24,06	23,07
Variante 3	m	1,50	2,91	3,40	3,50	3,38
	s	1,00	0,78	0,91	0,90	0,79
	s%	66,67	26,87	26,90	25,78	23,51
Variante 4	m	3,97	4,27	4,06	4,19	3,76
	s	1,13	1,21	0,95	0,95	0,79
	s%	28,50	28,23	23,34	22,55	20,92
Variante 5	m	2,50	4,08	4,08	4,50	4,25
	s	1,00	0,64	0,79	0,80	0,75
	s%	40,00	15,71	19,42	17,73	17,74
Variante 6	m	3,22	3,36	3,30	3,21	3,26
	s	0,77	0,75	0,74	0,67	0,66
	s%	23,75	22,29	22,44	21,02	20,21
Variante 7	m	3,77	4,02	4,16	4,21	4,12
	s	0,94	0,95	1,00	1,12	1,04
	s%	24,83	23,67	23,98	26,48	25,27
Variante 9	m	3,74	4,04	4,00	4,00	3,95
	s	0,94	1,08	1,01	0,73	0,86
	s%	25,19	26,78	25,28	18,31	21,88
Variante 10	m	3,60	4,14	4,10	4,08	4,08
	s	1,10	1,12	1,07	1,09	1,17
	s%	30,69	26,96	26,06	26,62	28,72



Tab. A 33: Spätsommersatz *Tritonia securigera*: Merkmal Blüte

Bonitur		KW 03	KW 07
Variante 1	% gen	0,00	2,86
	m BT		1,00
	m BTL		5,00
	m BI ges		
Variante 2	% gen	0,00	0,00
	m BT		
	m BTL		
	m BI ges		
Variante 3	% gen	0,00	0,00
	m BT		
	m BTL		
	m BI ges		
Variante 4	% gen	0,00	0,00
	m BT		
	m BTL		
	m BI ges		
Variante 5	% gen	33,33	100,00
	m BT	1,00	2,25
	m BTL		16,37
	m BI ges		7,05
Variante 6	% gen	0,00	0,00
	m BT		
	m BTL		
	m BI ges		
Variante 7	% gen	0,00	83,33
	m BT		1,77
	m BTL		14,42
	m BI ges		9,50
Variante 9	% gen	0,00	0,00
	m BT		
	m BTL		
	m BI ges		
Variante 10	% gen	0,00	0,00
	m BT		
	m BTL		
	m BI ges		

## 8. Mikroskopisch festgestellte Stadien der Infloreszenzentwicklung der *Sparaxis*-Hybriden, *Tritonia deusta*, und *Tritonia securigera*

Erklärungen zu den Stadien: Siehe Abschnitte 3.3. (S. 27) und 5.7. (S. 156) im Text.

### 8.1. *Sparaxis*-Hybriden

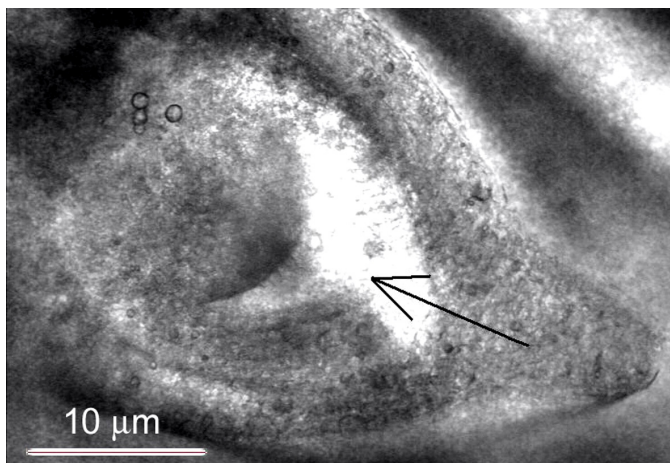


Abb. A 2: Stadium I bei *Sparaxis*-Hybriden (Foto EHRICH, 01.06.05)

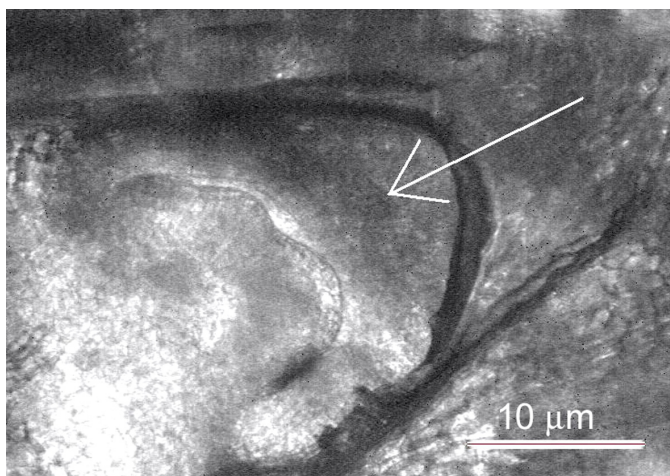


Abb. A 3: Stadium II bei *Sparaxis*-Hybriden (Foto EHRICH, 09.09.05)

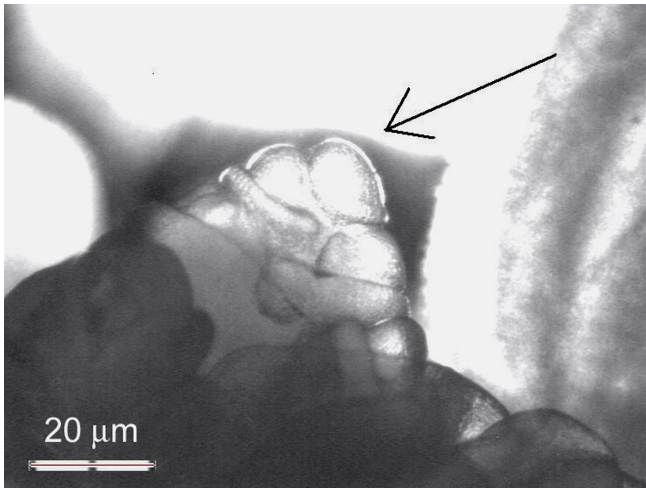


Abb. A 4: Stadium Bo bei *Sparaxis*-Hybriden (Foto EHRICH, 22.06.06)

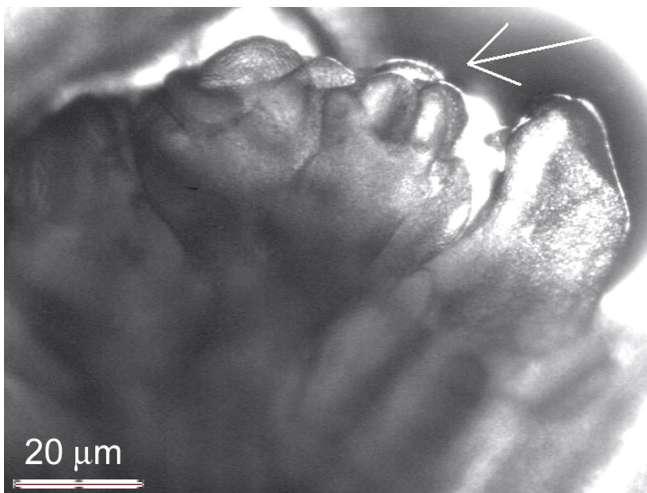


Abb. A 5: Stadium A bis P<sub>1</sub> bzw. P<sub>2</sub> bei *Sparaxis*-Hybriden (Foto EHRICH, 22.06.06)

## 8.2. *Tritonia deusta*

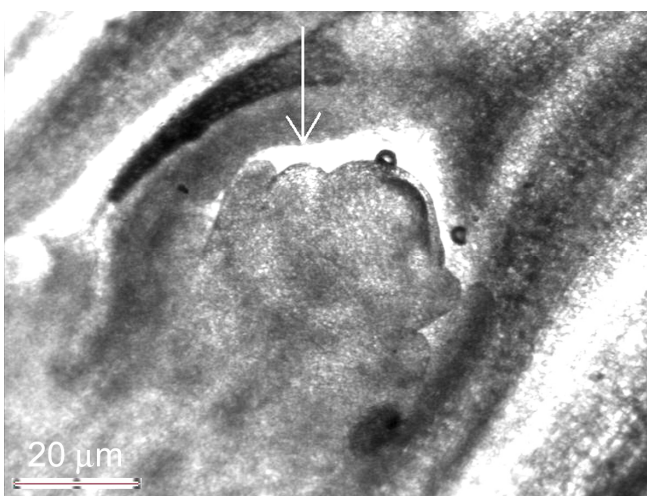


Abb. A 6: Stadium Pr bei *Tritonia deusta* (Foto EHRICH, 25.10.06)

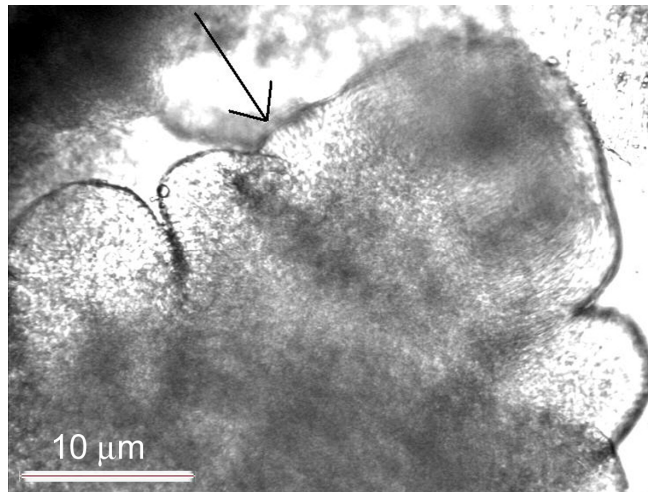


Abb. A 7: Stadium Br bei *Tritonia deusta* (Foto EHRICH, 16.11.06)

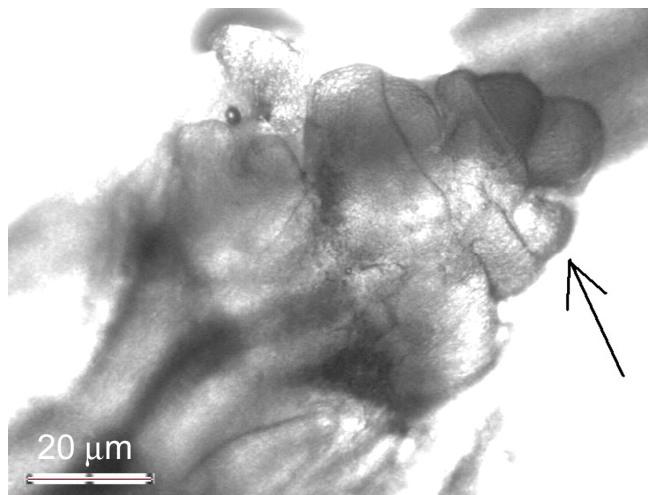


Abb. A 8: Stadium Bo bei *Tritonia deusta* (Foto EHRICH, 07.12.06)

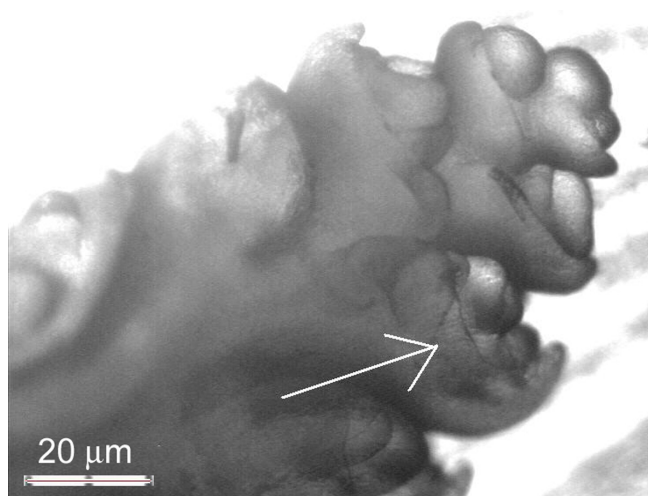


Abb. A 9: Stadium A bis P<sub>1</sub> bzw. P<sub>2</sub> bei *Tritonia deusta* (Foto EHRICH, 16.11.06)



### 8.3. *Tritonia securigera*

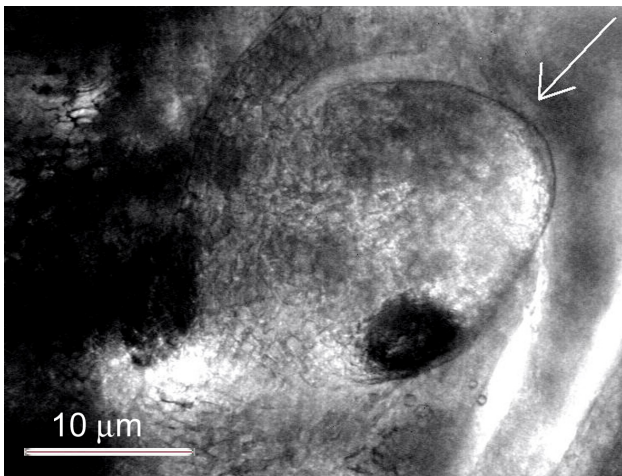


Abb. A 10: Stadium I bei *Tritonia securigera* (Foto EHRICH, 21.12.05)

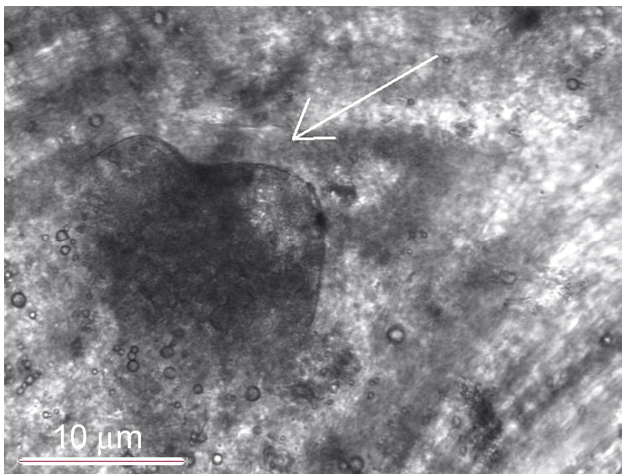


Abb. A 11: Stadium II bei *Tritonia securigera* (Foto EHRICH, 27.10.05)



Abb. A 12: Stadium Bo bei *Tritonia securigera* (Foto EHRICH, 21.12.06)

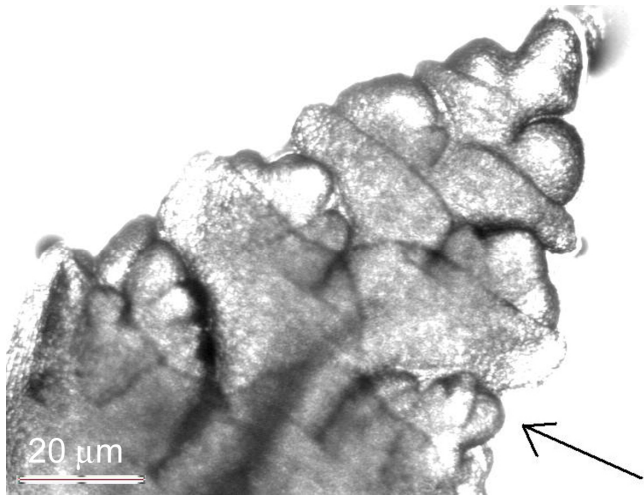


Abb. A 13: Stadium A bis P<sub>1</sub> bzw. P<sub>2</sub> bei *Tritonia securigera* (Foto EHRICH, 21.12.06)

## **9. Berechnung der den Versuchspflanzen zugeführten Reinnährstoffmengen während der Versuche 2006**

### **9.1. Reinnährstoffanteile der Verbindungen**

Atomares Gewichtverhältnis von N zu H<sub>4</sub> in NH<sub>4</sub> ist 14 : 4 (= 4x1), d.h. 77,70 % N in dieser Verbindung.

Atomares Gewichtverhältnis von N zu O<sub>3</sub> in NO<sub>3</sub> ist 14 : 48 (= 3x16), d.h. 22,58 % N in dieser Verbindung.

Atomares Gewichtverhältnis von P<sub>2</sub> zu O<sub>5</sub> in P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ist 62 (= 2x31) : 80 (= 5x16), d.h. 43,67 % P in dieser Verbindung.

Atomares Gewichtverhältnis von K<sub>2</sub> zu O in K<sub>2</sub>O ist 38 (= 2x19) : 16, d.h. 70,37 % K in dieser Verbindung.

### **9.2. Düngung mit Plantacote Depot 8M**

Plantacote Depot 8M von Aglukon (Nährstoffverhältnis N : P : K ist 14 : 9 : 15) wurde dem Substrat in einer Konzentration von 3,5 g l<sup>-1</sup> Substrat beigesetzt. D.h. im genannten Nährstoffverhältnis sind in den 3,5 g l<sup>-1</sup> Dünger Stickstoffanteile von 1,2895 g, Phosphoranteile von 0,828 g und Kaliumanteile von 1,3816 g für einen Verbrauch über 8 Monate enthalten.

#### Stickstoff:

Von den 14 Anteilen liegen 8,3 als NH<sub>4</sub> vor, d.h. 59,29 %, und 5,7 als NO<sub>3</sub>, d.h. 40,71 %.

59,29 % von 1,2895 g = 0,7645 g NH<sub>4</sub>

40,71 % von 1,2895 g = 0,5250 g NO<sub>3</sub>

Werden diese mit den unter 9.1. angeführten Reinnährstoffverhältnissen in den Verbindungen verrechnet, folgt:

77,70 % N von 0,7645 g NH<sub>4</sub> = 0,5940 g N

22,58 % N von 0,5250 g NO<sub>3</sub> = 0,1185 g N

0,5940 g N + 0,1185 g N = 0,7125 g N l<sup>-1</sup> = 712,55 g N m<sup>-3</sup> Substrat (für 8 Monate)

Phosphor:

43,67 % von 0,828 g  $P_2O_5$  = 0,3620 g  $P\ l^{-1}$  = 361,98 g  $P\ m^{-3}$  Substrat (für 8 Monate)

Kalium:

70,37 % von 1,3816 g  $K_2O$  = 0,9722 g  $K\ l^{-1}$  = 972,23 g  $K\ m^{-3}$  Substrat (für 8 Monate)

Berechnung für 20 Wochen:

20 Wochen = 4,62 Monate

Der Faktor ist demnach  $4,62 : 8 = 0,5775$

712,55 g N : 0,5775 = 411,49 g  $N\ m^{-3}$  Substrat für 20 Wochen

361,98 g P : 0,5775 = 209,04 g  $P\ m^{-3}$  Substrat für 20 Wochen

972,23 g K : 0,5775 = 561,46 g  $K\ m^{-3}$  Substrat für 20 Wochen

**9.3. Flüssigdüngung mit Kristalon Weiß**

Jeder 12 cm Topf der Varianten wurde wöchentlich mit rund 50 ml Kristalon Weiß Lösung (Nährstoffverhältnis N : P : K : andere ist 15 : 5 : 30 : 4) in der Konzentration 0,2 % gedüngt, d.h. mit 0,1 g Dünger pro 50 ml Lösung. D.h. im genannten Verhältnis sind in den 0,1 g Dünger pro Topf pro Düngung Stickstoffanteile von 0,0280 g, Phosphoranteile von 0,0095 g und Kaliumanteile von 0,0650 g sowie 0,0075 g weitere Nährstoffe und Spurenelemente enthalten.

Stickstoff:

Von den 15 Anteilen liegen 3,7 als  $NH_4$  vor (24,66 %), und 11,3 als  $NO_3$  (75,33 %).

24,66 % von 0,0280 g = 0,0070 g  $NH_4$

75,33 % von 0,0280 g = 0,0210 g  $NO_3$

Werden diese mit den unter 9.1. angeführten Reinnährstoffverhältnissen in den Verbindungen verrechnet folgt:

77,70 % von 0,0070 g  $NH_4$  = 0,0054 g N

22,58 % von 0,0210 g  $NO_3$  = 0,0047 g N

0,0054 g N + 0,0047 g N = 0,0101 g N pro Düngung (50 ml)

Phosphor:

43,67 % von 0,0095 g  $P_2O_5$  = 0,0042 g P pro Düngung (50 ml)



Kalium:

70,37 % von 0,0650 g K<sub>2</sub>O = 0,0457 g K pro Düngung (50 ml)

Berechnung pro m<sup>3</sup> Substrat:

Das Volumen eines 12 cm Topfes berechnet sich laut Formel für einen Kreiskegelstumpf:

Durchmesser unten ist 8 cm, d.h.  $r_1 = 4$  cm

Durchmesser oben ist 12 cm, d.h.  $r_2 = 6$  cm

Höhe des Substrates im Topf: 8,5 cm

$$V = \frac{1}{3} \times \Pi \times h \times (r_1^2 + r_2^2 + r_1 \times r_2)$$

$$V = \frac{1}{3} \times \Pi \times 8,5 \times (16 + 36 + 24)$$

$$V = 587,48 \text{ ccm}^3 \text{ pro Topf}$$

$$\text{Faktor: } 1.000.000 \text{ ccm}^3 : 587,48 \text{ ccm}^3 = 1702,19$$

$$0,0101 \text{ g N pro Düngung} \times 1702,19 = 17,1921 \text{ g N m}^{-3} \text{ Substrat pro Düngung}$$

$$0,0042 \text{ g P pro Düngung} \times 1702,19 = 7,1492 \text{ g P m}^{-3} \text{ Substrat pro Düngung}$$

$$0,0457 \text{ g K pro Düngung} \times 1702,19 = 77,7901 \text{ g K m}^{-3} \text{ Substrat pro Düngung}$$

Berechnung für 20 Wochen:

$$17,1921 \text{ g N m}^{-3} \times 20 = 343,84 \text{ g N m}^{-3} \text{ Substrat für 20 Wochen}$$

$$7,1492 \text{ g P m}^{-3} \times 20 = 142,98 \text{ g P m}^{-3} \text{ Substrat für 20 Wochen}$$

$$77,7901 \text{ g K m}^{-3} \times 20 = 1555,80 \text{ g K m}^{-3} \text{ Substrat für 20 Wochen}$$

## 10. Klimadaten zu den Versuchen

### 10.1. Versuche 2005

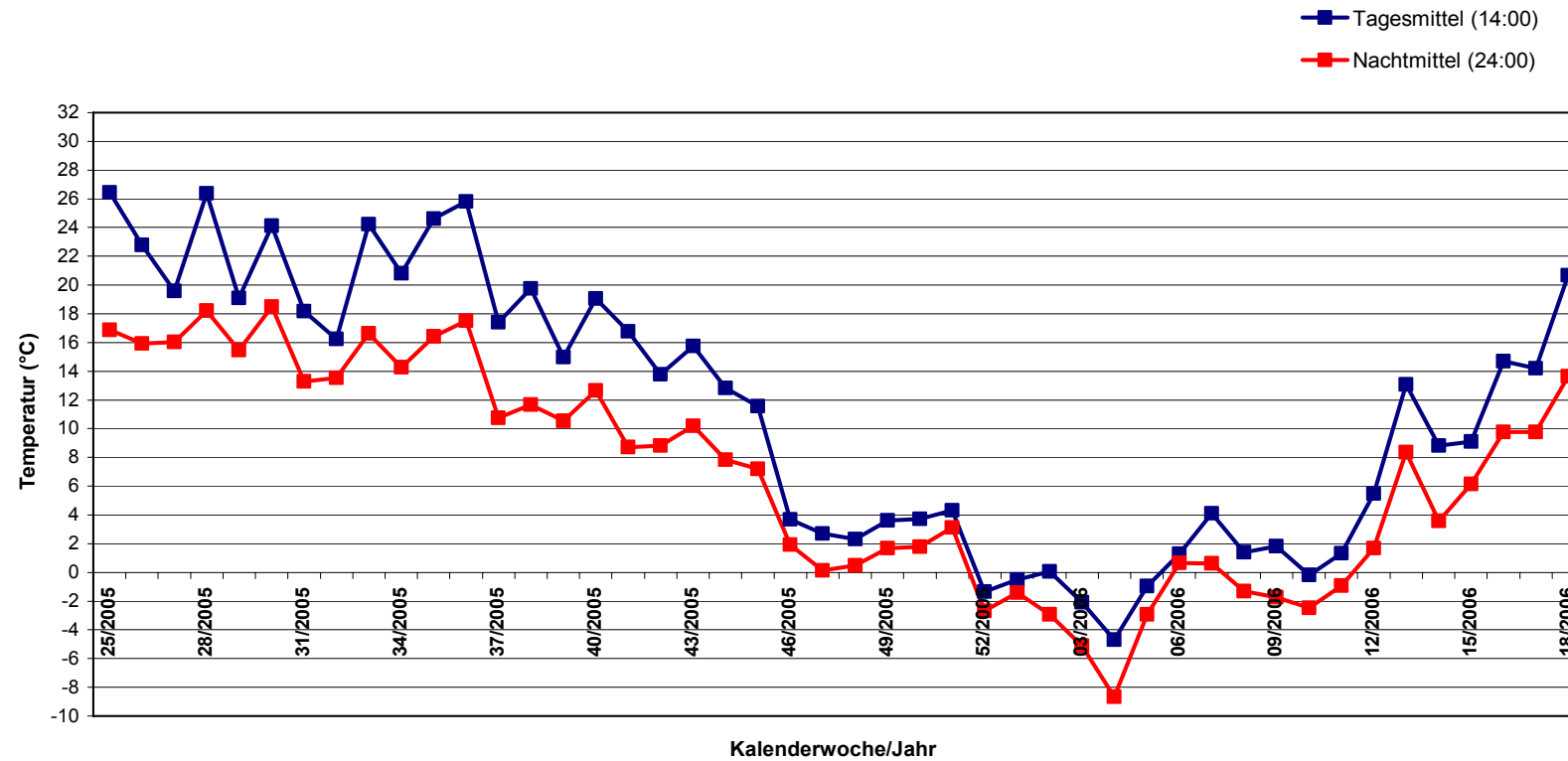


Abb. A 14: Durchschnittliche Außentemperaturwerte um 14 und 24 Uhr für die Kalenderwochen des Zeitraumes der Versuche 2005

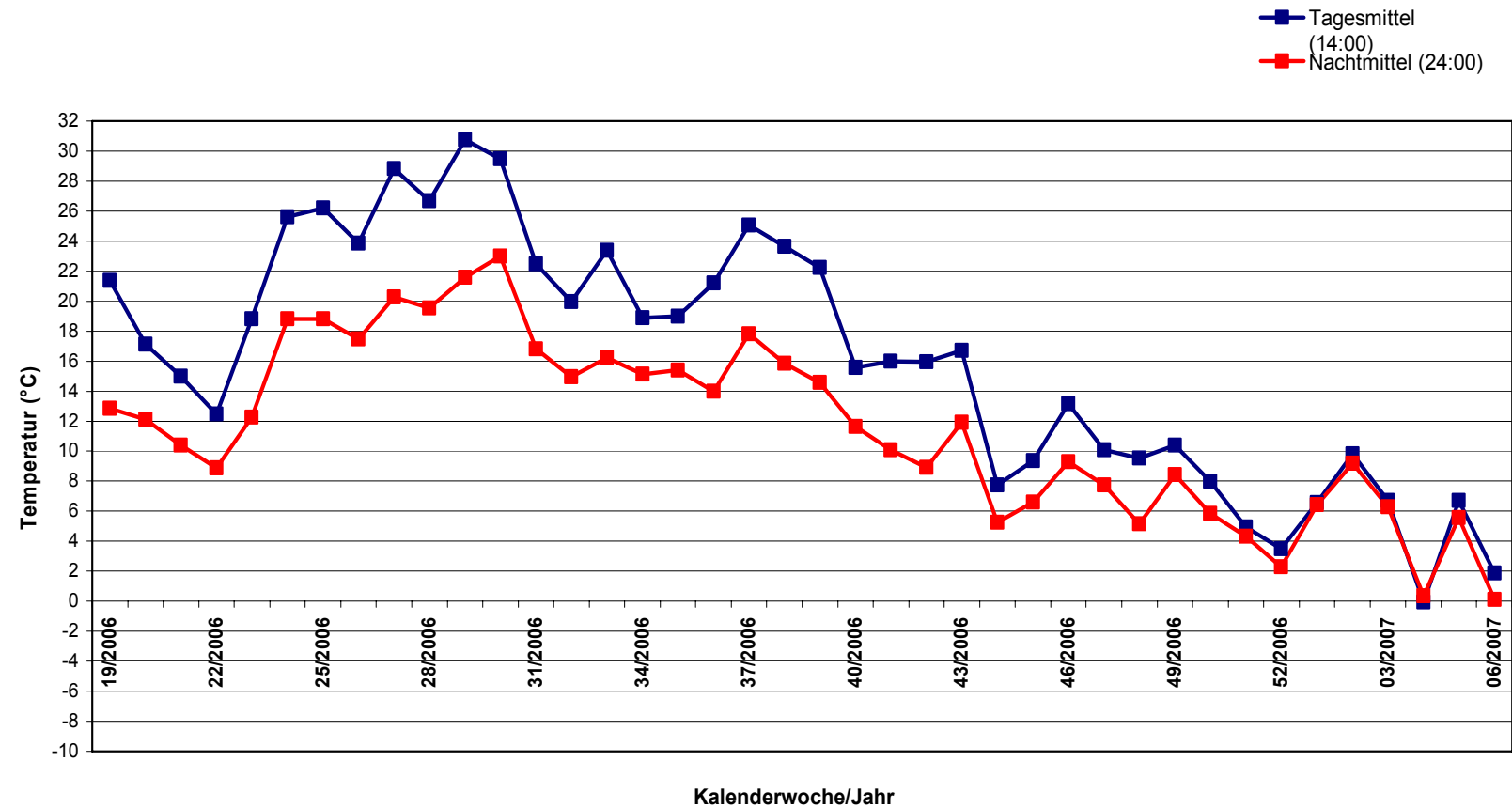
**10.2. Versuche 2006**

Abb. A 15: Durchschnittliche Außentemperaturwerte um 14 und 24 Uhr für die Kalenderwochen des Zeitraumes der Versuche 2006

## **Selbstständigkeitserklärung**

Hiermit erkläre ich an Eides statt, die vorliegende Dissertation selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt zu haben. Weiterhin versichere ich, dass die Dissertation bisher weder in Teilen noch als Ganzes einem Promotionsverfahren zu Grunde lag.

Berlin, 06. Juli 2007

## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich vor allem bei Herrn PD Dr. Grüneberg für seine Anregungen bei der Ideenfindung, Planung und Durchführung meines Promotionsvorhabens bedanken.

Ebenso dankbar bin ich der New Plant Nursery in George, Südafrika, hier vor allem Mandy und Paul Fick sowie Associate Professor Dr. Bo Jørgensen (Universität Kopenhagen), die mich bei der Auswahl der Pflanzenarten für dieses Promotionsvorhaben und bei der Ausfuhr des für die Versuche benötigten Pflanzenmaterials während meiner Aufenthalte in Südafrika entscheidend unterstützt haben. Ich bin auch Mike Young sehr verbunden, dessen Informatikkenntnisse mir bei dieser Arbeit sehr geholfen haben.

Weiterhin danke ich auch Frau Donat, Frau Sentner, Herrn Wettstein und Frau Seelbinder, deren praktische Unterstützung während der Versuchdurchführung und Datenaufnahme in Berlin zum Gelingen der Arbeit wesentlich beigetragen hat.

Bester Dank gilt darüber hinaus der Technischen Fachhochschule Berlin für die Nutzung ihrer Anlagen zur digitalen Bildanalyse. Hierbei bin ich in erster Linie Frau Wilke und Herrn Mitscherling für ihre fachliche und praktische Unterstützung beim Mikroskopieren verbunden.

Bedanken möchte ich mich ebenfalls bei Frau Dr. Kroschewski, deren Hinweise zur statistischen Auswertung der vorliegenden Daten sehr hilfreich waren. Ebenfalls bin ich Herrn Prof. Dr. Dr. Ulrichs, Frau Dr. Oschmann und Frau Dr. Sermann für ihre fachlichen Ratschläge im Laufe der Promotion dankbar.

Besonders bin ich meinen Eltern für ihre moralische und finanzielle Unterstützung verbunden, ohne die das Gelingen dieser Promotion in dem gegebenen Zeitraum nicht möglich gewesen wäre.